Beiträge zur Kenntnis der Jahresperiode unserer Holzgewächse.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät der

Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Alfred Larkum

aus Vegesack (Bremen)

Göttingen 1914.

Druck von Ernst Hofer, Göttingen.

Als Dissertation angenommen
von der math.-naturwissenschaftlichen Abteilung.

Tag der mündlichen Prüfung: 12. November 1913.
Referent: Herr Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Berthold.

Meiner lieben Mutter.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548110_0124

Einleitung.

Über das Verhalten der Reservestoffe unserer Laubbäume im Laufe des Jahres liegen in der Literatur bereits mehrere Angaben vor. Nach der alten, vorwiegend von Hartig[1]) begründeten Ansicht sollte die Reservestärke vom Herbst bis zum Frühjahr unverändert erhalten bleiben; dagegen stellten Russow[2]) und weiterhin Baranetzky[3]) und Grebnitzky[4]) fest, daß hier im Winter gewisse Vorgänge sich abspielen, die ein teilweises Schwinden der Stärke bewirken. Auf das Verhalten der Knospe achteten jene Autoren nicht, erst Schröder[5]) beschäftigte sich in seinen Untersuchungen mit dem Verhalten der Knospe, und zwar vom noch ruhenden Zustand im Frühjahr bis zum Sommer hin. Im Anschluß hieran führten dann Fischers[6]) Untersuchungen zu folgender Übersicht über die Wandlungen der Stärke im Verlauf der Jahresperiode:

1. Stärkemaximum im Herbst; vom Blattfall bis Ende Oktober oder Anfang November.
2. Stärkelösung im Spätherbst; Ende Oktober bis Ende November.
3. Stärkeminimum im Winter; Dezember, Januar, Februar.
4. Stärkeregeneration im Frühjahr; Anfang März bis Anfang April.
5. Stärkemaximum im Frühjahr; April.
6. Stärkelösung im Frühjahr: Anfang Mai.
7. Stärkeminimum im Frühjahr; Mitte bis Ende Mai.
8. Stärkespeicherung im Sommer; Ende Mai bis zum Laubfall.

---

1) Bot. Ztg. 1858, p. 332.
2) Sitzungsber. d. Dorpater Naturf. Gesellschaft VI.
3) Bot. Centralbl. 1884, XVIII, p. 157.
4) ibid.
5) Pringsheim, Jahrb. Bd. VII, 1869/70.
6) „ „ „ XXII, p. 158, 59.

Dieses Schema wird auch durch eingehende Untersuchungen von Berthold [1]) für Acer Pseudoplatanus im ganzen bestätigt; nach einer Reihe von Autoren (Rosenberg, [2]) Leclere du Sablon, [3]) Schellenberg, [4]) Michel [5]) läßt sich auch im Verhalten unserer Stauden eine derartige Rhytmik mehr oder weniger deutlich erkennen.

In bezug auf die bei der Stärkelösung entstehenden Umwandlungsprodukte darf neuerdings mit Vandevelde, [6]) Berthold und Niklewski [7]) als gesichert angenommen werden, daß es sich hier im wesentlichen um Zucker handelt, im Gegensatz zu der alten Ansicht, nach der die Hauptmenge der Stärke in Fett umgewandelt werden sollte.

In meinen Untersuchungen sollen, im Anschluß an die bisher vorliegenden Arbeiten, an einer Reihe von Holzgewächsen untersucht werden: Einmal die im Laufe des Jahres erfolgenden Entwickelungs- und Differenzierungsvorgänge in der Knospe, dem benachbarten Teil des Triebes und in der alten Knospenspur, dann aber vor allem die damit zusammenhängenden stofflichen Veränderungen — soweit sie sich auf mikrochemischem Wege leicht verfolgen lassen. Berücksichtigt sind dabei eingehend nur Stärke und Gerbstoff; auf reduzierende Substanz wurde nicht geachtet und nur nebenbei auf Oxalat und Chlorophyll.

Die Untersuchungen wurden im pflanzenphysiologischen Institut zu Göttingen wesentlich in den Jahren 1911 und 1912 ausgeführt: das Material wurde dem botanischen Garten entnommen und zwar fanden nur Knospen von etwa mittelstarken Trieben Verwendung, die unter normalen Vegetationsbedingungen standen. Die Prüfung auf Stärke geschah mittelst Chloraljod; zu Fällung

---

1) Berthold, Untersuchungen Teil, I, Leipzig 1898.
2) Rosenberg, Bot. Centralbl. 1896 LXVI.
3) Rev. de Bot. 1898 X; 1904 XVI; 1906 XVIII.
4) Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1905 XXIII.
5) Zur Kenntnis d. Jahresperiode unserer Stauden. Diss. Göttingen 1909.
6) Bydrage tot de scheikundige physiologie van den stam der boomen, Gent 1895.
7) Beihefte z. Centralbl. 1906 XIX.

der unter dem Namen „Gerbſtoff“ zusammengefaßten Subſtanzen wurden die paſſend gekürzten Sproßstücke zunächſt angeschnitten und dann unter der Waſſerſtrahlluftpumpe mit ſtarker Lösung von Kaliumbichromat injiziert, darauf verblieben ſie noch einige Tage in der Lösung, wurden nun genügend gewäſſert und schließlich in Formalinwasser aufgehoben. Wo Alkoholmaterial ausnahmsweise bei der Stärkeuntersuchung verwandt ist, findet man eine diesbezügliche Bemerkung.

In den beigegebenen Figuren habe ich die einzelnen Zonen mit Buchstaben bezeichnet, dabei iſt für das Knospenmark bei den Objekten, bei denen hier keine weitere deutliche Gliederung vorhanden ist, der Buchſtabe B gewählt, im andern Falle iſt das „Markzwischenſtück“ mit A und die Markanlage für den nächſten Trieb mit c bezeichnet; das übrige ergibt ſich aus den Figuren selbſt.

Endlich könnten vielleicht einige Daten über den Verlauf der Witterung zur Zeit vorliegender Untersuchungen für spätere Arbeiten von Nutzen sein; ſie seien deshalb hier angefügt:

Der Oktober des Jahres 1910 war sehr milde, nur einmal sank die Temperatur im Minimum unter Null; ebenso war der November froſtfrei bis etwa auf das letzte Drittel, wo an ein paar Tagen die maximale Temperatur — 1^0 betrug und das Minimum etwa — 8^0 erreichte. Im Dezember gab es keine Tagfröste, Minimum dagegen Anfang und Ende des Monats in einigen Nächten bis ca. — 7^0. Der Januar des Jahres 1911 war kälter: an drei Tagen bis — 3^0, im Minimum (nachts) bis — 10^0; im Februar in der erſten Hälfte kältere Nächte (Minimum — 8^0), bis zum Ende dann kein Froſt mehr; im März blieb die Tagestemperatur über Null, Minimum 10 Mal unter Null (bis — 4^0).

Bezüglich des Sommers 1911 sei bemerkt, daß er ungewöhnlich heiß und trocken war.

Im Oktober sank die Temperatur am Tage nicht unter Null, nachts in der Mitte des Monats 6 Mal (Minimum — $2{,}5^0$); auch im November am Tage kein Froſt, nachts jedoch in der zweiten Hälfte Temperatur unter Null (Minimum — 2^0); ebenso im Dezember, Minimum in der erſten Hälfte 7 Mal unter Null (bis — $2{,}5^0$). Der Januar brachte dagegen vom 14. bis zum 19. auch

am Tage Frost (bis — 7°), das Minimum (nachts) vom 7. bis Ende des Monats unter Null (bis — 16°). Der Februar war milder: Tagestemperatur im Minimum 3 Mal unter Null (bis — 9°), nachts vom 1. bis 10. Temperatur unter Null (Minimum — 24°); im März sank die Temperatur am Tage nicht mehr unter Null, vom 9. bis 13. dagegen nachts im Minimum eine Temperatur von — 1,5°.

Einzeluntersuchungen.

I. Acer italum.

Die Winterknospe von Acer italum (Fig. I) treibt im Laufe des April aus und bereits in der zweiten Hälfte des Monats werden an schwächeren Trieben die ersten Schuppen der neuen Knospe angelegt. Die Internodien des jungen Triebes strecken sich bald kräftig in die Länge und beginnen im Laufe des Juni allmählich hart zu werden; gleichzeitig ist der Vegetationspunkt (V. P.) in der Anlage von Schuppen fortgefahren, die Achse der Knospe hat sich gestreckt und die Differenzierung ihres Marks in einzelnen Zonen ist im groben gegeben. Weiterhin erscheinen im Laufe des Juli am V. P. die ersten Laubblattanlagen und die Sonderung der Gewebe-Komplexe wird präzise; im Herbst liegt dann die definitive Winterknospe vor: ihre Achsenlänge — vom Protoderm des V. P. bis zur oberen Peripherie der Markkuppe — beträgt etwa 2 bis 2,5 mm, wovon zusammen 1 bis 1,5 mm auf die mit a und O bezeichneten Partien und der Rest auf die koll. Zone (b) und die Markanlage (c) entfallen; die Achse trägt etwa 3 bis 4 Laubblattanlagen und ist umschlossen von meist 7 bis 8 Schuppenpaaren.

Anatomisches:[1]) Das Mark des Internodiums unter der Knospe ist zum größten Teil abgestorben, die Zellen führen Luft. Auf dem Längsschnitt treten im mittleren Teil flache Reihen, ferner peripher mehrere dem Holz aufliegende Lagen von Zellen hervor, die sich durch stärkere Verdickungen ihrer Membranen von den toten Markzellen unterscheiden; sie enthalten z. T. viel Gerbstoff und die meisten fast durch das ganze Jahr auch viel Stärke. Nach oben hin grenzt sich das Mark des

1) s. eingehende Darstellung der anatomischen Verhältnisse von Acer Pseudoplatanus bei Berthold, Untersuchungen Bd. I p. 102 und ff.; vorliegendes Objekt stimmt damit im wesentlichen überein.

Triebes kuppenförmig ab, es bildet die sog. „Markkuppe“ (M. K.); die Zellen sind hier mehr abgerundet, meist mit viel Stärke, einige auch mit Gerbstoff. Daran schließt sich als unterste Zone des Knospenmarks die mit a bezeichnete Partie stark verdickter, etwas koll. und in der Längsachse abgeplatteter Zellen mit nur wenig oxalsaurem Kalk an; sie geht nach oben hin über in ein Gewebe rundlicher Zellen mit unverdickten Membranen und einer kolossalen Menge von Oxalatkrystallen, das von Fischer daher passend „Oxalatnest“ (O) getauft wurde; die von Berthold für Acer Ps. angeführten idioblastenartigen Zellen fand ich hier nicht. Das „Markzwischenstück“ Schröders zerfällt also bei Acer ital. in zwei, in der Ausbildung der Membranen und im Speicherungsverhalten — s. u. — von einander abweichende Teile. Die obere Grenze von O ist gegeben durch das Aufhören der Krystalle und durch die stark koll. Membranen der Zone b; darüber nehmen nach oben hin, in der mit c bezeichneten Markanlage, die Zellen rasch an Größe und Verdickung ab, sie weisen eine kräftige Chlorophyllfärbung auf, und gehen kontinuierlich über in die farblose merist. Kuppe des V. P. mit den jungen Laubblattanlagen. In den Schuppen ist in drei bis vier Lagen schwach koll. verdickter Zellen der Oberseite, sowie in zwei Lagen an der unteren Seite meist viel Gerbstoff abgelagert; das mittlere Gewebe ist wenig verdickt, doch führt es hier und da, besonders am Bündel, Gerbstoffzellen; die äusseren Paare sind meist schon in halber bis dreiviertel Höhe abgestorben. Die Rindenpartie ist besonders in den Achseln je zweier Schuppen stark koll. ausgebildet und in mehreren Zellen gerbstoffhaltig; daneben ziemlich viel Oxalat; der Gerbstoffgehalt nimmt jedoch von unten nach oben ab, von der oberen Grenze, von O ab etwa, schwindet er ganz.

Stärke:

4. X. 1911 Blattfall noch nicht eingetreten; Knospenachse [1]) ca. 2,2 mm.

---

1) Knospenachse ist gemessen von der oberen Peripherie von M. K. bis zum Protoderm des V. P.

Das Mark des Internodiums ist größtenteils abgestorben; sehr viel Stärke führt es in verdickten Zellen, unregelmässig über den Querschnitt verteilt, die sich in der Längsrichtung zu Reihen aneinanderschließen, ferner in den 3 bis 4 und mehr peripheren, dem Holzkörper anliegenden Schichten und in der M. K. Einige Drusen von oxalsaurem Kalk sind ebenfalls vorhanden. Viel ferner in der verdickten Partie a über M. K. und — neben großen Mengen oxalsauren Kalks in Einzelkrystallen — in etwa der Hälfte der Zellen von O, sowie auch in den Zellen des jungen Marks über der koll. Zone. Diese selbst, ferner die merist. Kuppe des V. P. führen weniger feinkörnige Stärke; das Protoderm bleibt frei. Mittelviel in den Laubblattanlagen hypodermal im Stielwulst und in der Umgebung von Haupt- und Nebennerven; viel in den Schuppen, soweit sie nicht abgestorben sind. Ein kräftiger Stärkegehalt in der Rindenpartie am Grunde der Schuppen samt dem axillaren Koll. und in der Rinde des Internodiums, mit Ausnahme von Kork und Fasern. Der Holzkörper des Internodiums führt wenig, von M. K. nach oben ist die Bündelzone frei von Stärke; ebenso die Haarbildungen im Innern der Knospe.

1. XI. 1910. Knospenachse ca. 2,2 mm; Blattfall beendet.

Starke Abnahme der Stärke in O — hier nur noch geringe feinkörnige Mengen — in der Partie c und am Grunde der Schuppen.

2. XI. 1911. Knospenachse ca. 2 mm; Blattfall beendet.

Auch hier ein Rückgang im Stärkegehalt gegen den 4. X. 1911, aber lange nicht so stark wie beim vorhergehenden Präparat.

15. XII. 1910 Knospenachse ca. 2,1 mm. Im Mark viel (ca. schwarz), O wie am 1. XI. 1910. In a und b eine Abnahme, sie erscheinen nach Jodfärbung fast farblos und führen nur in einigen Zellen noch feinkörnige Stärke; c kaum verändert, ebenso die Kuppe des V. P. und die Laubblattanlagen seit dem Herbst nicht verändert. Die Schuppen zeigen an der Basis, die inneren hier und da auch höher hinauf noch Stärke; die Rinde dagegen samt der Region des sek. Zuwachses sind jetzt frei.

20. XII. 1911. Gegen den 2. XI. 1911 ist das Mark in seinen peripheren Schichten in der Speicherung vielleicht etwas zurückgegangen; O hat deutlich abgenommen. Sonst wie Präp. vom 15. XII. 1910.

Untersuchungen vom 14. I. 1911 und 18. I. 1912 geben in bezug auf Menge und Verteilung der Stärke dasselbe Bild wie die Präparate vom Dezember 1910 und 1911.

6. II. 1911. Knospenachse ca. 2,5 mm. Mark und Markkuppe haben viel Stärke; wenig in a und O, während weiter hinauf im jungen Mark (c) sich schwach mittelviel findet. O ist frei bis auf Spuren in seinem obersten Teil. In den Schuppen teilweise eine Blaufärbung in zwei hypodermalen Schichten oder sie sind ganz frei. Kuppe des V. P. nebst Laubblattanlagen wie im Herbst. Die Bündelzone der Knospe sowie die Knospenrinde, ferner Rinde und Holz des Internodiums sind stärkefrei.

2. III. 1911. Knospenachse ca. 2,5 mm. Triebmark unverändert; a hat erheblich zugenommen, O ist frei; in b ein Anwachsen der Stärkemenge, vor allem aber eine Zunahme in c, in der Kuppe des V. P. und in den Laubblattanlagen hypodermal im Stielwulst und am Hauptnerven, ferner in den Schuppen, bei denen jetzt auch im mittleren Gewebe Stärke auftritt. Die Spreite der Laubblattanlagen sowie das Protoderm des V. P. sind ca. frei; ebenso die Bündelzone der Knospe, in ihrer Rindenpartie dagegen wieder Stärke; etwas auch in Rinde und Holzkörper des Triebes.

4. III. 1912. Knospenachse ca. 2,2 mm; b + c ca. 1 mm. Im ganzen wie am 2. III. 1911.

20. III. 1911. Knospenachse ca. 2,7 mm; b + c ca. 1 mm; Schuppen zeigen noch kaum Verschiebung.

In a ein weiteres Anwachsen des Stärkegehalts, in O in ein paar Zellen sehr wenig feinkörnige Stärke; sonst wie am 2. III. 1911.

10. IV. 1911. Alkoholmaterial. Knospenachse ca. 6 mm; b + c etwa 4 mm. Knospe angetrieben, innere Schuppen mehrere Millimeter vorgeschoben.

Im Triebmark, peripher und in den mittleren Reihen, in M. K., ferner im Holzparenchym noch sehr viel Stärke (dunkelblau bis schwarz); ziemlich viel in der Rinde in ca. 3 Schichten unter dem Kork. Alles übrige stärkefrei.

21. IV. 1911. Austrieb; alte Schuppen noch vorhanden, Achse des jungen Triebes ca. 7 mm.

Viel in den mittleren Zellreihen und den peripheren Schichten des Triebmarks, weniger Stärke in M. K., a jetzt ganz angefüllt, O und b ziemlich frei. Das junge Mark beginnt mit der Speicherung in den, dem Bündel aufliegenden Schichten; weiter hinauf auch median unter der merist. Kuppe Stärke. Etwas im V. P., Protoderm frei. Das erste Schuppenpaar bereits angelegt, hier eine ziemliche Blaufärbung hypodermal in einem Streifen am Bündel. Viel in der Stärkescheide der Rinde, nach der Epidermis zu allmählich schwindend. Die alten Schuppen haben noch Stärke in der Trennungszone, die alte Rinde ziemlich viel unter dem Kork.

5. V. 1911. Im alten Mark median noch einige wenige Stärkezellen (schwarz), M. K. und peripheres Mark entleert; ebenso sind die übrigen Zonen fast ganz ohne Stärke.

22. V. 1911. Die unteren Internodien des neuen Triebes beginnen steif zu werden, Blätter noch nicht ausgewachsen; alte Schuppen noch vorhanden. Junger Trieb ca. 4 cm. Junge Knospe ist deutlich angelegt, ca. drei Paar Schuppen.

Verdickung der Markzellen hat noch nicht begonnen; Stärke nur sehr wenig peripher am Bündel und in der späteren Region von M. K., O noch nicht abgegrenzt, in der Partie unter der merist. Kuppe eine Hellblaufärbung; in der Kuppe selbst nur sehr geringe Mengen, Protoderm frei. In den äusseren Schuppen Andeutungen von Stärke, in den inneren mehr. In der jungen Rinde einmal am Faserstrang, dann aber auch weiter nach außen hin in der koll. Schicht unter der Epidermis Stärke. Die Bündelregion ist frei.

27. VI. 1911. Trieb ausgewachsen, Knospenachse ca. 1,8 mm. Gliederung in einzelne Zonen im groben gegeben, die Anlage der Laubblätter hat begonnen.

Im Triebmark sind die Reihen verdickter Zellen mit viel Stärke bereits vorhanden; im peripheren Teil noch nicht in allen Zellen Stärke, M. K. noch leer, hat aber mit der Verdickung begonnen. Viel in den verdickten Zellen von A; in O keine Stärke, dagegen grosse Mengen von Krystallen. b ist frei, dagegen tritt in c eine Färbung auf, allmählich verblassend bis in die merist. Kuppe des V. P.; Protoderm frei. In den Laubblattanlagen Stärke im Bündelparenchym bis in die Epidermis, im

Stielwulst hypodermal. Wenig in den äusseren Schuppen, die inneren haben mehr, vorwiegend an der Basis. Die Rinde des jüngsten Internodiums erscheint in der verdickten Partie kräftig blau, weiter abwärts weniger; Bündelregion frei.

26. VII. 1911. Knospenachse ca. 2,4 mm; Ausbildung der einzelnen Zonen ca. beendet.

In den mittleren Zellreihen und im peripheren Teil des Triebmarks schreitet die Speicherung seit dem 27. VI. 1911 fort; M. K. zwar fertig ausgebildet, hat aber erst in unteren Zellen Stärke. Viel in a, wenig im unteren Teil von O; b ist frei, dagegen in c eine hellblaue Färbung und ebenso in der merist. Kuppe, hier vorwiegend im mittleren Teil; Protoderm frei. In den Laubblattanlagen hypodermal am Hauptnerven und im Stielwulst Stärke. Die Mehrzahl der Schuppen ist frei, die innersten haben sehr wenig; Bündelzone nebst Rinde der Knospe ebenfalls frei. Triebrinde wie am 27. VI. 1911; der sek. Zuwachs beginnt mit der Speicherung.

Bezüglich der *alten Knospenspur* ergab sich Folgendes: im Vergleich vom 5. V. 1911 eine erhebliche Vermehrung der Stärke. Im alten Triebmark tritt in den Zellreihen und peripher ferner im M. K. wieder eine kräftige Färbung ein. Die Grenzen der einzelnen Zonen sind unscharf geworden; allgemeine Verdickung der Membranen; etwa $^1/_3$ von O führt, besonders peripher, Stärke; in a gut die Hälfte der Zellen mit viel. Das nach oben folgende Mark des jungen Triebes hat nur hier und da in einer Zelle etwas; die Rinde des alten Internodiums färbt sich, besonders im Gewebe unter dem Kork, kräftig blau an, ebenso das Parenchym des sek. Zuwachses.

26. VII. 1911. Mit der Verdickung der Membranen ist in der alten Spur die Stärkespeicherung fortgeschritten; auch der anschließende Teil vom Mark des neuen Triebes zeigt Zellreihen mit schwarzblau gefärbter Stärke.

4. X. 1911. Mark des alten Triebes in den mittleren Zellreihen, peripher und in M. K. ganz angefüllt mit Stärke, ferner auch der untere Teil von O, besonders peripher. Der obere Teil von O hat in $^3/_4$ seiner Zellen viel, während b ganz angefüllt ist. Im Mark des neuen Triebes in mittleren Zellreihen

wie peripher viel; ebenso in der Rinde des alten Triebes, der Spur und des neuen Triebes — ausgenommen Fasern und Kork — ferner in der Region des sek. Zuwachses viel Stärke.

2. XI. 1911. Gegen den 4. X. 1911 keine Aenderung.

20. XII. 1911. Stärke im alten Mark median wie peripher bis auf wenige Zellen geschwunden. M. K. und unterer Teil von O zur Hälfte entleert, der obere Teil von O hat noch etwas mehr, vor allem peripher auf dem Holz; b ganz angefüllt. Im Mark des jungen Triebes ein Rückgang in der Speicherung, aber immer noch viel. Die Rindenpartie des alten Triebes der Spur und des neuen Triebes ohne Stärke; auf dem Holz sehr wenig.

Weiterhin bis zum 18. I. 1912 und bis zum 6. II. 1912 keine wesentliche Aenderung.

4. III. 1912. Viel in den mittleren Zellreihen sowie im peripheren Mark des alten und neuen Triebes. M. K. und a ganz, O in gut $^3/_4$ seiner Zellen voll Stärke. Viel auf dem Holz der Spur des alten und neuen Triebes; in den Rindenpartien etwa mittelviel.

Gerbstoff.

7. XI. 1911. Knospenachse ca. 2 mm. In den Zellreihen des mittleren Marks sowie peripher auf dem Holz in mehreren Schichten viel Gerbstoff; Konzentration nicht bei allen gleich, meist dunkelbrauner Niederschlag oder heller. Die Zellreihen setzen sich durch die Markkuppe hindurch fort nach a, lösen sich dann allmählich auf zu Gruppen im oberen Teil von O; starke Konzentration des Gerbstoffs. Die koll. Zone (b) ist frei bis auf einige Zellgruppen im mittleren Teil, die sich nach c hinein erstrecken und hier bald schwinden; es sind die Initialien der gerbstoffhaltigen Zellreihen im Mark des nächsten Triebes. Der oberste Teil von c sowie die merist. Kuppe des V. P. und die jüngsten Laubblattanlagen sind frei; in den älteren eine Fällung hypodermal im Stielwulst und am Hauptnerven; Haarbildungen der Blattanlagen frei. Die Schuppen haben viel in mehreren Lagen der Oberseite und in zwei bis drei Schichten der Unterseite; die mittlere Partie bis auf vereinzelte Zellen frei. Viel in der Knospenrinde besonders im unteren Teil, nach oben

zu nimmt der Gehalt ab und etwa von der oberen Grenze von O ab keine Fällung mehr. Die Rinde des Internodiums, ebenfalls der Holzkörper sind reich an Gerbstoff.

Ein Präparat vom 10. II. 1910 zeigt in bezug auf Menge und Verteilung des Niederschlags gegen den Herbst keine Änderung und auch am 26. IV. 1911 (3 Paar Blätter entfaltet) ist die Verteilung in der Spur der Knospe noch dieselbe; vielleicht hat die Konzentration etwas abgenommen, doch läßt sich das nicht entscheiden. Mit der Streckung sind aus den Initialen im jungen Mark jetzt Reihen von Gerbstoffzellen geworden, die Konzentration hat in ihnen erheblich abgenommen. Weiter hinauf noch kein Niederschlag, erst im oberen Drittel des jungen — etwa 9—10 mm langen Triebes — lassen sich Zellen nachweisen, die mit der Speicherung beginnen. Eine Anhäufung solcher Zellen schließlich unter dem V. P. der jungen Winterknospe. Die äußeren Schuppen zeigen eine dunkelbraune Fällung der Ober- und Unterseite, in den jüngsten sehr wenig. Die Rinde des Triebes weist eine Fällung in und unter der Epidermis in einigen Zellagen auf; Bündelzone ziemlich frei.

27. VI. 1911. Trieb ca. 10 cm, drei Internodien, Knospenachse ca. 2 mm; M. K., a und O angedeutet.

Die Konzentration des Gerbstoffs in Mark und Rinde nimmt zu, in O erreicht sie schon den Höhepunkt; in b und c wieder die Gerbstoffinitialen. Die merist. Kuppe des V. P. ist frei, sie streckt sich wieder etwas. Schuppen etwa wie im Herbst.

26. VII. 1911. Knospenachse ca. 2 mm; Ausbildung des Knospenmarks weiter vorgeschritten, jedoch noch nicht vollendet; M. K., a und b noch nicht fertig.

Die Verteilung des Gerbstoffs deckt sich im ganzen mit der der fertigen Winterknospe, die Konzentration nimmt wohl noch zu.

Zusammenfassung.

Die Knospe und die Gewebe des Triebes zeigen im Herbst ein Maximum an Stärke: es findet sich sehr viel in Mark und Rinde des Triebes; ferner in a, c, Laubblatt-

anlagen, Schuppen und Rinde der Knospe; viel auch in etwa der Hälfte der Zellen von O, weniger dagegen in b und dem V. P., dessen Protoderm frei bleibt! Anfang November macht sich zunächst besonders in O ein starker Rückgang bemerkbar, weiter am Grunde der Schuppen und in c und im Laufe des Dezember auch in a, b und der Rinde. Das winterliche Minimum wird etwa in der ersten Hälfte des Februar erreicht; Oxalatnest, Holzparenchym und die Rindenpartieen von Knospe und Trieb sind frei; in a, b, c, V. P., den Laubblattanlagen und Schuppen ist ein Teil der Stärke geschwunden. Darauf erfolgt im März eine Regeneration bis zum Maximum des Frühjahrs und zwar in allen Geweben mit Ausnahme von O, wo nur sehr geringe Mengen wieder auftreten; die ursprüngliche Speicherung des Herbstes wird also nicht wieder erreicht. Das Reservematerial wird nun beim Austrieb im Laufe des April aufgebraucht; vom Internodium unter der Knospe wird vorläufig nur der Gehalt des Holzparenchyms angegriffen; Mark und Markkuppe behalten ihre Stärke zunächst noch, die Rinde verliert wenig.

In der neuen Winterknospe beginnt bereits im letzten Drittel des April in den jungen Schuppen die Speicherung von Stärke, im Mark zunächst peripher und unter der merist. Kuppe, ferner in der Stärkescheide der Rinde. Im weiteren Verlauf füllen sich bis Ende Juni die Zellreihen des mittleren Triebmarks, darauf die peripheren Schichten, die Markskuppe vorläufig noch nicht. Mit der Ausbildung der Knospenachse tritt zuerst in a, c und dem V. P. samt den Laubblattanlagen Stärke auf; weiterhin schließen sich dann das Oxalatnest und zuletzt die koll. Zone (b) und der Holzkörper des Internodiums an; in der Markkuppe sowie in den Schuppen ist Ende Juli erst sehr wenig Stärke gespeichert. Das Protoderm des V. P. und die Region des sek. Zuwachses in der Knospe bleiben frei.

Die Spur der ausgetriebenen Knospe ist Anfang Mai bis auf wenige Zellen im Mark des alten Triebes ganz entleert; bis zum Juli tritt wieder eine beträchtliche Speicherung ein, zuerst in den Geweben des alten Marks, in der Rinde und auf dem Holz, dann auch im Oxalatnest mit zunehmender Ver-

dickung der Membranen; im Oktober liegt ein Maximum vor, dem bis zum Dezember ein Rückgang der Stärke folgt, vor allem in den Rindenpartien der Spur und auf dem Holz, jedoch auch im Oxalatnest; am schwächsten in der früheren Zone b. Anfang März zeigen alle Gewebe hier wieder viel!

Auch für *Gerbstoff* zeigt die Knospe im Herbst ein Maximum; es speichern alle Gewebepartien mit Ausnahme der merist. Kuppe. Im Laufe des Winters tritt darin keine Aenderung ein und auch nach dem Austrieb ist — bei der angewandten Untersuchungsmethode -- eine Abnahme der Konzentration nur für die Gerbstoffelzlen der Markanlage sicher nachzuweisen; sie sind mit der Streckung zu Zellreihen mit einem schwachgelben Niederschlag geworden.

Zur Zeit der Knospenanlage beginnt die Speicherung unter der merist. Kuppe in der Partie, aus der nachher hauptsächlich Markkuppe und Oxalatnest sich bilden, fernerhin in Zellreihen der oberen Hälfte des Triebmarks, im ersten Schuppenpaar, endlich in und unter der Epidermis der jungen Rinde. Weiter schreitet dann die Gerbstoffablagerung parallel mit der Ausgestaltung der Knospenachse fort und im Laufe des Juli wird das Maximum im wesentlichen wieder erreicht.

II. Sorbus torminalis.

Sorbus torminalis (Fig. 2) treibt etwa Mitte April aus; an mittelstarken Trieben beginnt bald darauf der V. P. die ersten Schuppen der neuen Winterknospe zu bilden und fährt darin etwa bis Ende Juni fort; die Knospe ist währenddem kräftig in die Länge gewachsen und Hand in Hand damit hat im Mark des Triebes eine Membranverdickung ca. der Hälfte der Zellreihen eingesetzt derart, daß es sich jetzt deutlich gegen das Knospenmark abgrenzt. Weiterhin werden dann am V. P. die jungen Laubblätter angelegt, die Knospe fährt in der Streckung fort und es entsteht über der mit A bezeichneten Partie die Markanlage (c) für den nächsten Trieb. Im Herbst hat die Winterknospe ihre endgültige Gestalt angenommen; ihre Achse mißt etwa 3 mm, wovon ca. 1 mm auf die Partie c entfällt;

sie ist von ca. 12 Schuppen umgeben, die sehr fest miteinander verklebt sind und enthält meist 7 Laubblattanlagen.

Anatomisches: Im Mark des Triebes unter der fertigen Winterknospe sind die peripheren, dem Holz aufliegenden Schichten sowie der größere Teil der übrigen Zellreihen mit stark verdickten, verholzten und getüpfelten Membranen versehen; hier finden sich sehr große Stärkemengen und auch Tropfen von Gerbstoff. Der Rest der Zellen ist tot. Der lebendige Teil schließt sich in ziemlich scharfer Grenze gegen die Knospe zu der Markkuppe (M. K.) zusammen, die sich nach unten hin allmählich in die einzelnen Zellreihen auflöst. Oberhalb der Kuppe in der mit A bezeichneten Partie, sind die Zellen zunächst (α) noch etwas abgeplattet und führen Gerbstoff in mehr oder minder deutlichen Reihen; weiter hinauf (β) nehmen sie eine rundliche Form an und die Gerbstoffreihen lösen sich zu Gruppen auf. Die Membranen erscheinen in A nur sehr schwach kollenchymatisch verdickt und sind ohne Tüpfel; es ist viel Oxalat in Drusen und Einzelkrystallen abgelagert. Nach oben hin schließt sich kontinuierlich die Markanlage (c) für den nächsten Trieb an, ebenfalls — und zwar bis unter den V. P. — mit viel Drusen, aber mit nur wenig Gerbstoffzellen, die sich im peripheren Teil am Bündel finden. Die Achse der Knospe schließt ab mit der meristematischen Kuppe des V. P. nebst den jungen Laubblattanlagen. Die inneren Schuppen sind in etwa drei Schichten der Unter- und Oberseite schwach kollenchymatisch verdickt und hier mit Gerbstoff gefüllt, in der mittleren Partie bleiben die Zellen meist unverdickt und führen neben Stärke hier und da Oxalat; das Gewebe der äußersten ist durchweg ausgesprochen kollenchymatisch verdickt und vollgepfropft mit Gerbstoff. Die Rinde des unteren Teiles der Knospe schließt sich im Inhalt und in der Membranausbildung der Zellen — besonders im axillaren Kollenchym — an die aufsitzenden Schuppen an; weiter hinauf nimmt der Gerbstoffgehallt ab und das Gewebe bleibt im ganzen zart.

Stärke.

5. X. 1911. Noch kein Blattfall; Knospenachse ca. 2,8 mm.

Die Markkuppe, die peripheren, dem Holz aufliegenden Schichten sowie etwa die Hälfte der Zellreihen des übrigen Marks unter der Knospe führen sehr viel Stärke (schwarz); viel (dunkelblau) auch in A — in α etwas weniger, als in β — und der Anlage des jungen Marks (c); unter dem V. P. tritt die sich rot färbende Modifikation auf. Die meristematische Kuppe des V. P, ist im Protoderm und auch in den tieferen Lagen frei, die jungen Laubblätter speichern in der Umgebung der Haupt- und Nebenbündel ziemliche Mengen, etwas weniger hypodermal im Stielwulst; neben der blauen hier auch rot angefärbte Stärke. Viel in den Schuppen, vorwiegend in der mittleren Gewebepartie und in der Knospenrinde mit Einschluß des axillaren Kollenchyms. Die Rinde des Triebes, ausgenommen Kork und Fasern, ferner das Parenchym des Holzkörpers sind ebenfalls vollgepfropft; auch das Markstrahlgewebe der Knospe zeigt etwas.

28. X. 1910; 3. XI. 1911. Nur noch wenige Blätter vorhanden. Es ist keine Veränderung bemerkbar.

30. XI. 1911. Knospenachse ca. 3 mm. Im Mark unter der Knospe — in den mittleren Zellreihen, den peripheren Schichten und der Markkuppe — keine Änderung; dagegen in A, besonders peripher am Bündel, eine erhebliche Abnahme: im unteren Teil in etwa $^3/_4$ aller Zellen noch dunkelblau gefärbte Stärke, im oberen etwas mehr; in den übrigen Zellen Oxalat in Einzelkrystallen und in Drusen; die Markanlage hat ca. viel; rote Modifikation unter dem V. P. noch vorhanden. Die meristematische Kuppe ist reich; in den äusseren Schuppen bedeutend weniger als im Oktober; die inneren sowie die jungen Laubblattanlagen unverändert. Der Gehalt der Knospenrinde ist etwa im selben Maße zurückgegangen wie der von A; in der Rinde des Triebes tritt — besonders zwischen Kork und Fasern — noch eine kräftige Blaufärbung ein, gegen den Herbst hat sie deutlich abgenommen. Auf dem Holz bis zur Höhe der Markkuppe viel, höher hinauf in der Knospe weniger.

20. XII. 1911. Knospenachse ca. 3 mm. Mark des Triebes unverändert, auch in den vorgeschobenen Zellen der Markkuppe noch Stärke. In A etwa die Hälfte der Zellen mit

viel (dunkelblau), die Partie c, die Laubblattanlagen und Schuppen, ferner die Knospenrinde wie am 30. XI. 1911. Weiter abgenommen hat vielleicht die alte Rinde; auf dem Holz neben M. K. meist nur in der mittleren Region noch Stärke.

Ein Präparat vom 12. XII. 1910 zeigt dagegen allgemein — ausgenommen Laubblattanlagen und mittlere Schuppen — viel weniger Stärke; die Verteilung ist dieselbe.

14. I. 1911. Knospenachse ca. 3,2 mm. Die in die Partie A hinein vorgeschobenen Zellen der Markkuppe sind entleert; sonst im Mark keine Änderung. A bis auf geringe Mengen in vereinzelten Zellen frei; in c noch eine Blaufärbung, aber deutlich weniger als am 20. XII. 1911; die rote Modifikation ist fast ganz geschwunden; die Stärke ist hier hauptsächlich peripher abgelagert, median bis weit hinauf Oxalat. Die meristematische Kuppe ist in allen Schichten frei, die Speicherung der Laubblattanlagen hat gegen den Herbst stark abgenommen; ebenso die der Schuppen, besonders der äußeren. Die Knospenrinde hat noch etwas am Bündel unter den inneren Schuppen, weiter abwärts — außer kleinen Mengen unter den Abbruchstellen der alten Blattstiele — auch in der Rinde des Triebes keine Stärke. Die Bündelregion der Knospe ist frei; neben der Markkuppe nur im mittleren Teil noch etwas.

Ein Präparat vom 18. I. 1912. — Knospenachse ca. 3 mm. — zeigt, bei gleicher Verteilung, besonders in A bedeutend mehr Stärke und auch in den übrigen Teilen ist die Anfärbung intensiver; innerhalb von A weniger in α als in β.

6. II. 1911. Knospenachse ca. 3 mm. Im Vergleich zum 14. I. 1911 ist in den Markteilen unter der Knospe, ferner in A, den Laubblattanlagen, den Rindenpartien sowie in der Region des sek. Zuwachses keine Änderung eingetreten. Die Schuppen haben weiter an Stärke eingebüßt, während in c die Färbung jetzt intensiver zu sein scheint.

2. III. 1911. Knospenachse knapp 3,5 mm; Markanlage (c) 1 — 1,2 mm.

Mark des Triebes in der Speicherung unverändert. In A ist etwas Stärke, besonders im oberen Teil und in den peripheren Schichten regeneriert. Die Markanlage hat mehr als im

Februar; unter dem V. P. etwas der roten Modifikation. Die meristematische Kuppe ist im Protoderm frei; in den tieferen Schichten peripher vielleicht Spuren. In den Laubblattanlagen, den inneren und z. T. auch in den äußeren Schuppen mehr als im Februar. Die Knospenrinde führt in der Höhe der inneren Schuppen am Bündel einen Stärkestreifen, der nach unten hin allmählich schwindet; in der Rinde des Triebes Stärkemengen unter den ältesten Schuppen und in etwa 3 Zelllagen unter dem Kork, besonders unter den Lentizellen. Auf dem Holz bis zur Basis der Markkuppe viel, neben dieser und weiter hinauf etwas.

Ein Präparat vom 4. III. 1912 — Knospenachse ca. 3,2 mm — zeigt die gleiche Verteilung der Speicherung, aber die Anfärbung ist im ganzen intensiver.

20. III. 1911. Geringe Verschiebung der inneren Schuppen; Knospenachse gut 4 mm, junges Mark (c) ca. 2 mm.

Die Knospe hat sich in die Länge gestreckt; im jungen Mark eine sehr intensive Blaufärbung, an seiner Basis vornehmlich peripher. Die Bündelregion seitlich c ist frei; in den jüngsten Blattanlagen mittelviel hypodermal im Stielwulst und am Hauptnerven. Im übrigen wie am 2. III. 1911.

21. IV. 1911. Knospe kräftig angetrieben; die jungen Blätter gucken eben hervor, Knospenachse ca. 5,3 mm; Länge des jungen Marks ca. 3,3 mm.

In A weniger als am 2. III. 1911; nur in einigen Zellen noch Stärke; im Mark des jungen Triebes feinkörnige Mengen, besonders peripher im oberen Teil; viel Oxalat. Unter der Kuppe des V. P. etwas der roten Modifikation; die meristematische Kuppe ist im Protoderm und auch in den tieferen Schichten frei, ebenso die jüngste Blattbildung; die nächst ältere führt wenig hypodermal am Bündel. Die inneren Schuppen haben wenig, die äußeren kräftig gefärbte Mengen in der Abtrennungszone; in der Knospenrinde Stärke in einem Streifen am Bündel, dessen Färbung nach oben zu an Intensität abnimmt. Die Rinde des Internodiums unter der Knospe zeigt noch erhebliche Mengen; auf dem Holz bis zur Markkuppe viel, neben M. K. nur im mittleren Teil etwas oder hier auch

keine Stärke; auch weiter hinauf in der Bündelregion des jungen Triebes keine Stärke.

28. IV. 1911. Blätter beginnen sich zu entfalten, Achse des jungen Triebes ca. 5 mm, A 2 mm; neue Winterknospe angelegt. Mark des neuen Triebes bis auf wenig unter dem V. P. (rot-blau) ohne Stärke; dagegen viel Oxalat. Die meristematische Kuppe ist frei, ebenso die Epidermen der jüngsten Schuppen, während hier im mittleren Gewebe sich über mittelviel befindet; die ältesten Schuppen sind aus jungen Laubblattanlagen hervorgegangen, sie zeigen in der später abortierenden Spreite keine Speicherung. Die junge Rinde führt in mehreren Schichten des inneren Teiles Stärke.

Am 5. V. 1911 fand ich im Siebteil der Bündelzone eine Spur der sich rot anfärbenden Modifikation.

22. V. 1911. Trieb ca. 20 cm. Oberstes Internodium noch nicht ganz hart.

Im Mark grosse Mengen oxalsauren Kalks, aber keine Stärke; oben unter dem V. P. — im späteren A — etwas der roten Modifikation und wenig Krystalle. Die meristematische Kuppe ist stärkefrei, die Schuppen haben in der mittleren Partie ziemlich viel, ihre Epidermen sind frei; die junge Rinde zeigt den blauen Streifen ihrer Stärkescheide, die Bündelzone führt keine Speicherung.

27. VI. 1911. Internodien hart; Blätter derb; Knospenachse ca. 2 mm.

Im Mark hat die Verdickung der Membranen begonnen; alle Zellen voll Stärke (blau-dunkelblau) mit Ausnahme der obersten Zellen der späteren Markkuppe, hier z. T. wenig oder keine Stärke. Die Partie A — noch verhältnismäßig kurz — hat an ihrer oberen Hälfte (β), die sich seitlich in einem peripheren Streifen bis zur Markkuppe herabzieht, kräftig blaugefärbte Stärke; ebenfalls ziemlich viel direkt über der Markkuppe, abgesehen von den Oxalat führenden Zellen; sonst im unteren Teil von A (α) weniger; oberhalb A, in der noch kurzen Markanlage, eine sehr intensive Färbung; unter der Kuppe etwas der roten Modifikation. Die Kuppe des V. P. ist im Protoderm frei, in den tiefer gelegenen Schichten median vielleicht eine

Spur (rot), seitlich etwas mehr (blau). In den jungen Blattbildungen — wohl Laubblätter — ziemlich viel hypodermal im Stiel und im Bündelparenchym; viel in der mittleren Partie der inneren Schuppen, weniger in den äußeren. Die Knospenrinde — axillares Kollenchym der unteren Schuppen noch fast frei — ferner die Rinde des Triebes, ausgenommen Kork und Fasern, und der sek. Zuwachs zeigen viel Stärke. Die Bündelzone der Knospe seitlich c im ganzen frei.

26. VII. 1911. Knospenachse ca. 2 mm. Im Mark des Triebes ist jetzt etwa die Hälfte der Zellreihen mit verdickter und verholzter Membran versehen und vollgepfropft mit Stärke; sie schließen sich zur Markkuppe zusammen, deren oberster Teil in einer schmalen Querzone noch wenig oder gar keine Speicherung zeigt. In der Partie A tritt eine, vielleicht auf das verschiedene Verhalten von Nodien und Internodien zurückzuführende Zonung hervor: über M. K. zunächst ein hellerer Streifen, darüber ein kräftig blau gefärbter; ebenso im oberen Teil von A erst weniger, darüber mehr Stärke. In c sind bis nahe unter dem V. P. viel Oxalatkrystalle vorhanden, Stärke nicht so weit hinauf. Die meristematische Kuppe selbst, sowie die jüngsten Laubblattanlagen sind frei; im Markstrahlgewebe der Knospe etwas. Im übrigen wie am 25. VI. 1911.

In Bezug auf die *Knospenspur* an der Basis des jungen Triebes ergab sich Folgendes:

Am 28. IV. 1911 fand ich die Zellen der alten Markkuppe, etwa 0,5 mm von der oberen Grenze abwärts, bis auf wenige entleert; in den Zellreihen des alten Marks keine deutliche Abnahme. Die Partie A war frei, ebenso die Region des sek. Zuwachses neben M. K. und höher hinauf; auch die alten Schuppen hatten so gut wie keine Stärke mehr; in der Rinde der Spur und des Internodiums darunter trat noch in vereinzelten Zellen am Faserstrang, ferner unter der Abbruchstelle der Schuppen oder Blattstiele eine Färbung ein.

5. V. 1911. In etwa $^2/_3$ der Zellreihen des alten Marks ist die Speicherung verschwunden; im übrigen Drittel ca. schwarz gefärbte Stärke. Sonst wie am 28. IV. 1911.

27. VI. 1911. In den Zellreihen des alten Marks samt der Kuppe ist viel Stärke abgelagert. Die Partie A zeigt jetzt eine Verdickung ihrer Membranen; in β viel Stärke; in α ca. in $^1/_3$ der Zellen eine Speicherung. Das Mark des jungen Triebes führt, etwa 1 mm aufwärts, in den bereits verdickten Zellen große Mengen; viel ferner auf dem Holz der Spur, etwas weniger in der Rinde.

26. VII. 1911. Die Stärkemenge hat zugenommen, die Färbung ist intensiver geworden; in α erheblich weniger als darüber und besonders darunter. Im jungen Mark ist die Verdickung nach oben etwas fortgeschritten.

5. X. 1911. Die ganze Spur erscheint ca. schwarz gefärbt, in α etwas weniger. Die Basis des jungen Triebes ist im Mark jetzt auch weiter hinauf — in Zellreihen — mit verdickten Membranen versehen.

3, XI. 1911. Wie am 5. X. 1911.

30. XI. 1911. Die Speicherung hat erheblich abgenommen: die Rinde ist frei, ein Viertel der Zellen von α ohne Stärke. Im übrigen hat die Intensität der Färbung nachgelassen.

20. XII. 1911. Wie am 30. XI. 1911.

18. I. 1912. In β noch große Mengen (ca. dunkelblau); α ist weiter bis auf die Hälfte der Zellen entleert, ferner eine deutliche Abnahme im alten Mark und auf dem Holz.

4. III. 1912. Ein Anwachsen der Stärke im alten Mark, in und auf dem Holz, auch die Rinde zeigt wieder etwas.

Gerbstoff.

7. X. 1910; 3. XI. 1911. Knospenachse ca. 3 mm. Der mittlere periphere Teil des Marks unter der Knospe, sowie die Markkuppe führen in Zellreihen mit verdickten und verholzten Membranen Gerbstofftropfen, deren Konzentration nicht sehr stark ist und die meist die Zellgröße nicht erreichen. Die Zellreihen setzen sich nach α hinein fort und der Niederschlag nimmt zu; sehr viel dann in β, wo die Zellreihen sich zu Gruppen auflösen. In der Markanlage (c) sind nur peripher einige Gerbstoffzellen vorhanden, median sehr viel Oxalat; die meristematische Kuppe des V. P. ist frei. Dagegen zeigen die jungen

Laubblattanlagen in der Umgebung der Haupt- und Nebenbündel sowie hypodermal im Stielwulst eine Fällung. In den inneren Schuppen ein rotbrauner Niederschlag in etwa drei Lagen der Ober- und Unterseite, vereinzelt auch in der mittleren Partie eine Gerbstoffzelle; die äußeren sind ganz vollgepfropft. Sehr viel Niederschlag auch im unteren Teil der Knospenrinde, mit Einschluß des axillaren Kollenchyms; nur wenig findet sich im oberen Teil. Viel in der Rinde des Triebes, besonders im Kork und darunter; auf dem Holz etwa bis zur Basis von c eine Fällung, Konzentration hier geringer.

23. IV. 1911. Knospenachse ca. 7,3 mm; Achse des jungen Triebes über 5 mm.

Im Mark des Triebes in sehr zahlreichen, kurzen Zellreihen bereits ein schwacher Niederschlag; auch Krystalle treten auf. Die meristematische Kuppe ist frei, ebenso die jüngsten Blattbildungen.

1. V. 1911. Neue Winterknospe. Im Kork vor allem peripher unter der Knospe eine Fällung stärkerer Konzentration, etwas weniger auf den Bündeln. In der Rinde eine leichte Bräunung in und unter dem Kork, ein dunkelbrauner Niederschlag in drei bis vier Schichten der Unter- und Oberseite der Schuppen. Die Kuppe des V. P. nebst den jüngsten Blattbildungen sind frei.

26. VI. 1911. Knospenachse etwa 1,3 mm. M. K. im ganzen gegeben, c im Entstehen begriffen; am V. P. werden die ersten Laubblattanlagen sichtbar. β noch erheblich kürzer als später.

Die Verteilung des Gerbstoffs ist jetzt bereits dieselbe wie im Herbst, seine Menge und Konzentration nimmt noch etwas zu; ein Niederschlag tritt auf in den Zellreihen des Marks und der Markkuppe sowie des unteren Teiles von A, ferner in Zellgruppen von β und darüber peripher in einzelnen Zellen; weiterhin auch in den jungen Laubblattanlagen hypodermal im Stielwulst und in der Umgebung des Hauptnerven Gerbstoff, sehr wenig noch in den Nebenbündeln; sehr viel in den Schuppen, in den Rindenpartien und im Holzparenchym.

Zusammenfassung.

Die Gewebe der Knospe und des Internodiums darunter zeigen im Herbst einen maximalen *Stärkegehalt,* der V. P, bleibt indes im Protoderm und auch in den tieferen Schichten frei, dieses Maximum dauert bis in den November hinein an; Ende des Monats geht der Gehalt zurück, vor allem in α, dann aber auch in β, den äußeren Schuppen, der Knospen- und Triebrinde, ferner auf dem Holz von der Markkuppe an aufwärts. Bis gegen Ende Dezember dann ein weiteres Schwinden in A — hier etwa noch die Hälfte des ursprünglichen Gehaltes — ferner in der Rinde des Triebes und auf dem Holz neben M. K. Mitte Januar bis Anfang Februar ist das Minimum erreicht: am stärksten sind A, die äußeren Schuppen und die Rindenpartieen entleert; auch die obersten Zellen der Markkuppe sowie der Holzkörper neben M. K. haben einen Teil ihrer Stärke verloren; die Bündelzone der Knospe ist ganz frei; in c, den jungen Laubblattanlagen und den inneren Schuppen ist dagegen noch Stärke vorhanden. Der März bringt — abgesehen von dem oberen Teil der M. K. sowie des Holzes daneben — eine Regeneration besonders in der Markanlage (c), weiter auch in A und den übrigen Teilen; der ursprüngliche Gehalt wird nicht wieder erreicht. In den tieferen Schichten der meristematischen Kuppe können vielleicht Spuren auftreten, das Protoderm bleibt frei; die Bündelzone seitlich erhält keine Stärke wieder. In der zweiten Hälfte des April erfolgt dann der Austrieb, bei dem das Reservematerial der Knospe verbraucht wird; geringe Mengen können zurückbleiben z. B. unter der Abbruchstelle der alten Schuppen,

Im jungen Trieb tritt sehr bald — Ende April — wieder Oxalat in kleinen Krystallen auf; die Stärke ist mit dem fortschreitenden Austrieb ziemlich geschwunden bis auf etwas (rotblau) unter der Kuppe des V. P.; auch diese Reste werden im Laufe des Mai noch aufgebraucht. Darauf erfolgt im Juni eine energische Speicherung, im Mark beginnt die Verdickung der Membranen, die Partie A grenzt sich ab, darüber sind c und die ersten Laubblattanlagen im Entstehen begriffen; alle diese Gewebe, ferner auch die Rindenpartie und die Region des sek.

Zuwachses etwa bis zur Basis von c, bekommen erhebliche Stärkemengen; nur in den äußeren Schuppen erst spät viel Stärke. Die Verteilung des herbstlichen Zustandes ist damit im ganzen erreicht, die Menge steigt dann kontinuierlich bis zum Maximum an; das Protoderm des Vegetationspunktes bleibt durch die ganze Periode frei.

Was die alte Knospenspur an der Basis des neuen Triebes anbetrifft, so findet sich Ende April in der Rinde nur noch wenig und der obere Teil der M. K. ist zum größten Teil leer; von den Zellreihen im mittleren Mark hatten am 5. V. ca. $^2/_3$ ihren Gehalt eingebüßt. Im Laufe des Juni wird dann im Mark, in A und in der Rinde der Stärkeverlust durch die kräftige Assimilation bald ersetzt und im Herbst liegt wieder ein Maximum vor. Die weitere Untersuchung ergiebt für die Wintermonate ein Schwinden der Stärke zunächst in der Rindenpartie, dann auch in A und dem alten Mark. Mitte Januar ist das Minimum erreicht, dem im Laufe des März ein erneutes Anwachsen folgt.

Auch in Bezug auf *Gerbstoff* zeigt die Knospe im Herbst ein Maximum; ausgenommen sind die meristematische Kuppe des V. P. und der mittlere Teil der Markanlage (c), die frei bleiben. In der Verteilung der Speicherung verändert sich im Winter und auch nach dem Austrieb nichts; ob die Konzentration ev. in geringem Maße abnimmt, läßt sich auf Grund der Untersuchung nicht feststellen.

Im Mark des jungen Triebes treten schon früh — Ende April — geringe Gerbstoffmengen in sehr zahlreichen Reihen von drei bis vier Zellen auf; im Mai verlängern sich die Reihen und es tritt vor allem in dem unter der meristematischen Kuppe gelegenen Markteil peripher eine Fällung stärkerer Konzentration hervor, dagegen wenig auf dem Holz und in und unter dem Kork der Rinde. Weiterhin setzt dann im Laufe des Juni die Verdickung der Membranen in den Zellreihen des Marks ein und Ende des Monats etwa ist an mittelstarken Trieben die Markkuppe im groben fertig; gleichzeitig ist die Partie c im Entstehen begriffen und die ersten jungen Laubblätter werden angelegt. In diesem Stadium der Entwicklung

zeigt der Gerbstoff bereits die definitive Verteilung, nimmt aber an Menge und Konzentration — besonders in den Laubblattanlagen — noch zu.

III. Fraxinus americana.

Fraxinus americana (Fig. III) treibt etwa im letzten Drittel des April aus und an mittelkräftigen Trieben entstehen dann Ende des Monats bis Anfang Mai am V. P. die ersten und im Laufe des Mai die weiteren Schuppen der neuen Winterknospe. Gleichzeitig hat im oberen Markteil des jungen Triebes die Verdickung der Zellmembranen begonnen, die jedoch erst im Laufe des Juni so präzis wird, daß eine Grenze zwischen den einzelnen Gewebepartien zu ziehen ist. Am V. P. werden zu dieser Zeit die ersten Anlagen der jungen Laubblätter sichtbar; ihnen gesellen sich bis zum Herbst weitere zu. Damit ist die Winterknospe fertig; ihre Achse mißt ca. 1 mm — von der oberen Peripherie vom M. K. bis zum Protoderm des V. P. — wogegen M. K. eine Höhe von etwa 9 mm zeigt; in der von meist 4 Schuppenpaaren — von denen ev. das oberste noch zu Laubblättern auswachsen kann — umgebenen Höhlung liegen in der Regel drei Paar Laubblattanlagen. Die winterliche Ruhezeit endet mit dem Erwachen der Vegetation im April.

Anatomisches: Das Mark des Triebes (M), der die Winterknospe trägt, ist median größtenteils abgestorben, lebendig bleiben nur einige periphere Schichten, die Basis des Triebes bis zu einer Höhe von etwa 2 mm, ferner die als „Markkuppe" (M. K.) zu bezeichnende Region; in diesen Teilen sind die Zellen mit stark verdickter und verholzter, getüpfelter Membran versehen, enthalten viel Stärke und meist wenig Gerbstoff. Was die Markkuppe anbetrifft, so verwischt sich in ihrem oberen Teil die reihige Anordnung,; die Zellen werden etwas kleiner, rundlicher und führen mehr Gerbstoff als weiter abwärts. Im Knospenmark (B) nehmen die Zellen nach oben hin allmählich an Größe ab; ihre Membranen sind ausgesprochen koll. verdickt mit Ausnahme der obersten Partie unter dem V. P., wo sie zart bleiben. Histologisch könnte demnach in etwa dreiviertel der Höhe von B eine ungefähre Grenze gezogen werden, dem

physiologischen Verhalten nach — im Laufe der Jahresperiode — würde sie etwa in halber Höhe liegen. Am oberen Ende bildet dann die merist. Kuppe mit den Laubblattanlagen den Abschluß der Knospenachse; in dem Rindengewebe der Knospe sind die Membranen mehr oder weniger koll. verdickt, besonders in den Achseln der Schuppen; an deren Basis finden sich Gruppen von Stereiden, die keine Speicherung zeigen, während im übrigen Gerbstoff in mittlerer Menge (gelbbraun) auftritt und — zu Zeiten des Maximums — auch viel Stärke. Anschließend an die Rinde treten in den Schuppen unter der Epidermis der Ober- und Unterseite drei bis vier Schichten stark koll., etwas in die Länge gezogener Zellen auf; das mittlere Gewebe ist weniger ausgesprochen verdickt; hier und in der Epidermis viel Niederschlag. Gerbstoffhaltige Haarbildungen sind in großer Anzahl zum Schutze des V. P. vorhanden, ferner auch an den Epidermen der Schuppen, besonders des äußersten Paares.

Stärke.

3. X. 1911. Volle Belaubung; Knospenachse ca. 1,2 mm. M. K. ist ganz vollgepfropft mit Stärke (ca. schwarz); viel in B. Auch in der merist. Kuppe des V. P. kräftig sich anfärbende Mengen bis unter das Protoderm; hier median weniger, seitlich wie in den Periblemschichten. Die Haarbildungen der Knospe bleiben frei. Die Laubblattanlagen haben in der Stielpartie und in der Spreite, besonders auch in der Umgebung der Bündel — Epidermis nicht ausgenommen — viel Stärke; allein die Bündelregion erscheint heller. Viel in den Schuppen, bei den innerem vor allem in mehreren Zellagen der Ober- und Unterseite; die Rindenpartie an der Basis der Schuppen ist ebenfalls ganz angefüllt, das axillare Kollenchym ist ausgenommen; frei sind die Gruppen von Stereiden an der Basis des äußeren Schuppenpaares. Sehr viel in der Rinde des Triebes, ausgenommen Kork und Fasern, ferner auf dem Holz; die Cambiumzone hebt sich als schmaler, hellerer Streifen ab.

3. XI. 1911. Knospenachse ca. 1 mm; keine Blätter mehr vorhanden.

In der Verteilung der Stärke ist keine Änderung eingetreten; die Färbung ist im ganzen vielleicht schwächer.

14. XI. 1910. Knospenachse ca. 1,1 mm. M. K. unverändert; einzelne ihrer obersten Zellen jetzt mit wenig oder ganz ohne Stärke. Im oberen Teil von B ist der Gehalt zurückgegangen bis auf etwas peripher, im unteren noch eine kräftige Blaufärbung (mittel bis viel). In der merist. Kuppe ebenfalls weniger als im Oktober: Protoderm jetzt frei, ebenso von den tiefer liegenden Schichten etwa das mittlere Drittel der Breite; seitlich tritt hier eine Färbung ein. Die Laubblattanlagen und Schuppen, ferner die Rindenpartien und die Region des sek. Zuwachses wie am 3. XI. 1911.

12. XII. 1910. Knospenachse ca. 1 mm. An der oberen Grenze von M. K. eine sehr schmale Zone mit wenig Stärke; über M. K. im unteren Teil von B findet sich noch Stärke, der obere Teil — auch peripher — jetzt frei; ebenso die merist. Kuppe bis auf etwas seitlich unter dem Protoderm. Abgenommen haben ferner die Laubblattanlagen im Stiel und in der Spreite; in den äußeren Schuppen weniger als am 14. XI. 1910; weiter haben die Knospenrinde, die Region des sek. Zuwachses und die Rinde des Triebes geringe Mengen eingebüßt; immerhin auf dem Holz und auch in der Rinde — in einigen Lagen unter dem Kork — noch ziemlich Stärke; die Bündelzone der Knospe dagegen ist frei.

20. XII. 1911. Knospenachse ca. 1 mm. Der oberste Teil von M. K., etwa 1 mm abwärts, hat nur in ca. der Hälfte seiner Zellen noch Stärke; sonst wie am 12. XII. 1910.

16. I. 1911. Knospenachse gut 1 mm. M. K. ganz angefüllt mit Stärke mit Ausnahme einer schmalen Zone an der oberen Peripherie, hier weniger. In der unteren Hälfte von B kräftig angefärbte Mengen, die obere Hälfte frei. In der merist. Kuppe in der Hauptsache keine Stärke, peripher im Anschluß an die Blattanlagen etwas. Diese haben ihren Gehalt gegen den 20. XII. 1912 nicht geändert. In den inneren Schuppen tritt eine intensive Färbung ein, in den äußeren bedeutend schwächer; ca. viel in der Knospenrinde und in etwa sieben Zelllagen unter

dem Kork der Triebrinde. Viel auf dem Holz, keine Stärke in der Bündelregion der Knospe.

17. I. 1912. Knospenachse ca. 1 mm. Speicherung im wesentlichen wie am 16. I. 1911; unter dem Protoderm des V. P., besonders seitlich eine deutliche Blaufärbung.

6. II. 1911. Knospenachse ca. 1 mm. Der untere Teil von B färbt sich kräftig blau an, der obere schwächer, gegen den V. P. allmählich verblassend. Die merist. Kuppe scheint frei zu sein in allen Schichten; in den äußeren Schuppen, besonders zwischen Bündel und Oberseite, jetzt erhebliche Mengen; etwas in der Region des sek. Zuwachses seitlich des unteren Teiles von B. Sonst wie am 16. I. 1911.

2. III. 1911. Knospenachse ca. 1 mm. Die Zone an der Peripherie von M. K. ist schmaler geworden, in B hat die Intensität der Färbung zugenommen, ebenso in den Laubblattanlagen und Schuppen. Die Bündelregion führt nur in der Höhe von M. K. etwas, weiter hinauf keine Stärke.

4. III. 1912, Knospenachse ca. 1 mm. Allgemein eine intensivere Färbung als in dem Präparat vom Vorjahre. Die stärkearme Zone der M. K. ist nicht vorhanden; in halber Höhe von B tritt eine braune, vielleicht durch Frost hervorgerufene Querzone abgestorbener Zellen hervor — fast durch das ganze Mark gehend, nur seitlich fehlend. In bezug auf die Speicherung ist das Maximum des Herbstes erreicht.

21. IV, 1911. Knospenachse ca. 3,5 mm. Die inneren Schuppenpaare sind beträchtlich gewachsen und auseinander gewichen, so daß die Spitzen der Laubblätter sichtbar werden.

Sehr viel in M. K. mit Ausnahme einer sehr schmalen Zone an der oberen Peripherie. Viel über M. K., in B in einer mittleren Querzone. Darüber — im jungen Mark — bis unter den V. P. etwas weniger. Die merist. Kuppe ist in allen Schichten frei; ebenso die Vegetationspunkte in den Achseln der Schuppen. In den Laubblattanlagen sehr viel hypodermal im Stielwulst und am Hauptnerven, weniger an den Nebennerven; Spreite so gut wie frei. Von den Schuppen haben die äußeren meist nur noch Reste — kräftig blau — an der Basis, die inneren z. T. mehr bis viel zwischen Bündel und Oberseite. Die

Rinde der Knospe des Triebes, ferner der Holzkörper haben sehr viel; die Bündelzone seitlich des jungen Marks ohne Stärke.

Ein Kontrollpräparat vom 22. IV. 1912 — Knospenachse ca. 3,5 mm — gibt dasselbe Bild.

27. IV. 1911. Knospenachse ca. 7 mm; die Laubblätter ragen etwa 5 mm über das innerste Schuppenpaar hervor.

Die stärkearme Zone der M. K. hat sich verbreitert. Der junge Trieb führt an der Basis im Mark etwa 2 mm aufwärts eine kräftige Speicherung; weiter hinauf wenig oder keine Stärke. Die merist. Kuppe ist frei, ihre jüngsten Blattbildungen haben etwas am Hauptnerven; die junge Rinde speichert viel in den inneren Schichten am Bündel; die primären, äußeren Schichten unter der Epidermis sind frei; in den stehengebliebenen Basen der alten Schuppen keine Stärke, in der Rinde darunter viel; ebenso in der Rinde und auf dem Holz des alten Triebes große Mengen. Im Siebteil neben M. K. und höher hinauf tritt eine Spur der roten Modifikation auf.

21. V. 1912. Neue Winterknospe; alte Schuppen am Grunde des Triebes noch vorhanden; die unteren Internodien schon ziemlich hart.

Das Mark des jungen Triebes hat nur direkt unter dem V. P. Stärke; auch weiter abwärts ist bereits mit der Verdickung der Membranen begonnen, aber hier keine Stärke. Nach unten hin schwindet die Speicherung rasch, nur am Bündel erstreckt sie sich ein wenig weiter abwärts. Die merist. Kuppe ist frei bis auf etwas seitlich unter den Blattanlagen. Die jüngsten Blattanlagen haben viel hypodermal im Stielwulst und im Parenchym des Hauptbündels, weniger am Nebenbündel resp. in der später verkümmernden — sie werden zu Schuppen — Spreitenpartie. Die bereits älteren Schuppen der neuen Knospe zeigen einen Stärkestreifen hypodermal an der Oberseite und am Bündel, abwärts bis in die Rinde hinein. Der Holzteil des Triebes ist frei, im Siebteil tritt neben einer schwachen Bläuung auch eine schwache Rotfärbung ein. In der Rinde in einigen Lagen an der Außenseite der Fasern viel Stärke, die primären Schichten sind frei.

1. VI. 1912. Im Mark unter dem V. P. ist der Stärkegehalt im geringen Maße gestiegen; sonst wie am 21. V. 1912.

28. VI. 1911. Knospenachse ca. 1 mm, Internodien hart. Inzwischen hat die Ausbildung der M. K. eingesetzt; weitaus der größte Teil der Zellen ist bereits mit verdickten und verholzten Membranen versehen, ca. $^1/_3$ führt kräftig blau gefärbte Stärke, peripher mehr; der oberste Teil von M. K., etwa 1 mm abwärts, hat noch keine Speicherung. In B ist die koll. Verdickung weiter fortgeschritten und in der oberen Hälfte auch der Stärkegehalt, die untere Hälfte ist frei. Die merist. Kuppe des V. P. ist frei, nur seitlich etwas. Die Laubblattanlagen führen viel hypodermal im Stielwulst und am Hauptnerven, wenig an den Nebennerven; die inneren Schuppen zeigen auf dem Längsschnitt eine gleichmäßig dunkelblaue Färbung, die Bündelzone erscheint hell; die äußeren sind bis auf geringe Mengen in der unteren Hälfte ca. frei, an ihrer Basis in der Rinde viel in einem Streifen am Bündel. Die Rinde des Triebes — abgesehen von Kork und Fasern — ist bereits ziemlich angefüllt, ebenso der Holzkörper; neben dem noch unfertigen oberen Teil der Markkunppe nur im mittleren Teil des Holzes Stärke.

25. VII. 1911. Knospenachse ca. 1,2 mm. Trieb ausgewachsen.

In M. K. sind die Zellen jetzt bis auf wenige verdickt, die Stärkeablagerung ist nach oben fortgeschritten, es bleibt jedoch noch eine freie Zone von erheblicher Breite. Im oberen Teil von B unter der Kuppe und seitlich etwas weiter abwärts eine Speicherung; wenig in der Bündelregion der Knospe. Im übrigen wie am 28. VI. 1911.

31. VIII. 1912. Knospenachse ca. 1 mm. Alkoholmaterial.

In M. K., bis auf eine ca. 0,2 mm breite freie Zone, sehr viel Stärke; ebenso auf dem Holz und in der Rinde. B zeigt vor allem peripher am Bündel eine kräftig gefärbte Speicherung, aber auch im mittleren Gewebe der oberen wie unteren Hälfte kleine Mengen. Die merist. Kuppe ist in allen Schichten frei; in den übrigen Geweben hat die Färbung zugenommen. Der definitive Stärkegehalt des Herbstes ist demnach in der Knospe — ausgenommen die Blattanlagen — etwa erst zur Hälfte erreicht.

Bezüglich der *Spur der alten Knospe* ergab sich Folgendes:

Anschließend an das Präparat vom 27. IV. 1911 zeigt eine Untersuchung vom 5. V. 1911, daß die Speicherung der alten Markkuppe weiter abgenommen hat; einige wenige Zellen der oberen Peripherie haben indes Stärke. In der Basis des jungen Triebes ist sie ca. geschwunden in einer Zone von etwa 1 mm Höhe über der alten Markkuppe; weiter hinauf ist über mittelviel vorhanden. In der Rinde und auf dem Holz des alten Triebes viel Stärke.

21. V. 1912. Markkuppe unverändert; stärkefreie Zone etwa $^3/_4$ mm breit. An der Basis des jungen Triebes beginnen im Mark einzelne Zellen und Zellgruppen, ferner die peripheren, dem Holz aufliegenden Schichten mit der Verdickung ihrer Membranen. Stärke ist hier nicht abgelagert. Die Rinde der Spur ist frei bis auf kleinere Mengen am Bündel und unter den Abtrennungsstellen der Schuppen; in letzteren tritt ebenfalls keine Speicherung mehr auf.

28. VI. 1911. Die alten Knospenschuppen sind abgefallen. In der Markkuppe bis oben hinauf, ferner auf dem Holz und in der Rinde der Spur wieder sehr viel Stärke. Mittelviel in den verdickten und verholzten Markzellen der Basis des jungen Triebes und in den peripheren, ebenfalls lebendig bleibenden Schichten; am 3. XI. 1911 ist in diesen Geweben viel gespeichert. Der Rest der Zellen ist jetzt tot und führt, abgesehen von geringen Mengen einzelner Zellen in der Nähe der lebenden Partien, keine Stärke.

20. XII. 1911. Der Stärke-Gehalt der alten Markkuppe und der Region des sek. Zuwachses hat deutlich abgenommen, die Rinde ist jetzt frei. Im Mark der Basis des jungen Triebes keine merkliche Abnahme.

17. I. 1912. Eine geringe Zunahme in der Markkuppe, auf dem Holz und in der Rinde unter dem Kork; Basis des jungen Triebes unverändert.

4. III. 1912. In M. K. und auf dem Holz wieder ein Maximum; mittelviel in der Rinde. Eine gelegentliche Untersuchung zeigte, daß an einem mittelkräftigen Triebe das Mark der

Knospenspur mehrere Jahre hindurch — 4 wurden gezählt — lebendig bleibt.

Gerbstoff.

7. XI. 1910; 3. XI. 1911. Knospenachse ca. 1 mm. In der verholzten Markkuppe unter der Winterknospe findet sich braungrauer Gerbstoff in geringen Mengen; er ist in Körnchen und Tropfen ausgeschieden; gegen die Peripherie der Kuppe steigt der Gehalt etwas. In der unteren Hälfte von B eine gelbbraune Fällung, nach oben hin bis unter den V. P. an Konzentration zunehmend, (bis dunkelbraun), die merist. Kuppe erscheint schwach gelblich gefärbt. Viel (braun schwärzlich) in den Laubblattanlagen hypodermal im Stielwulst und am Hauptnerven; auch in der Spreite überall hellgelber Niederschlag, deutlich in der Umgebung der Bündel. In den Schuppen fast in allen Zellen — ausgenommen die hellere Zone des Bündels — ein braungelber Niederschlag, heller braun in 2—4 koll. verdickten Schichten der Ober- und Unterseite, dunkelbraun in der Epidermis samt den Haarbildungen; die übrigen Haare der Knospe hellgelb. Die Knospenrinde zeigt eine braungelbe Fällung; in der Triebrinde viel im Phellogen, weniger im Kork; unter den äußersten Schichten eine chlorophyllführende Partie, am Faserstrang und in der sek. Rinde wieder ein kräftiger Niederschlag; auf dem Holz des Triebes etwas schmutzig braune, in der Bündelzone der Knospe wenig hellgelbe Fällung.

26. IV. 1911. Austrieb. Alte Knospenspur: in M. K., auf dem Holz und in der Rinde des alten Triebes, ferner in den Knospenschuppen keine wesentliche Änderung.

1. V. 1911. Trieb ca. 15 mm; die ersten zwei Schuppenpaare der neuen Winterknospe sind in Bildung begriffen.

Gerbstoff im Mark sehr wenig als schmutzig gelber Niederschag; etwas deutlichere Fällung (bräunlich) in der Region unter dem V. P. und, im letzten Internodium, auch peripher am Bündel. Der V. P. samt den jüngsten Blattanlagen zeigt eine hellgelbe Färbung, ein etwas deutlicherer bräunlicher Streifen am Hauptbündel des nächst älteren Blattpaares. Viel (dunkelbraun) in der Epidermis des jungen Triebes, weniger (hellbraun) am Faser-

strang; die Bündelzone ohne einen bemerkenswerten Gehalt an Gerbstoff.

Am 5. V. 1911 fand ich in geringer Entfernung unter dem V. P. eine schmale Querzone mit ziemlich viel Gerbstoff (kräftig braun).

1. VI. 1911. Trieb etwa ausgewachsen. Unter der Kuppe des V. P. findet sich jetzt ein kräftiger Gerbstoffgehalt, nach unten hin allmählich — bis auf wenige kleine Tröpfchen in den Zellen — schwindend. Die Verdickung der Zellmembranen der späteren M. K. hat begonnen, auch erscheinen sie in der mit B bezeichneten Partie bereits schwach kollenchymatisch; Grenze zwischen beiden Partien jedoch noch nicht deutlich. Die merist. Kuppe ist median in allen Schichten gerbstofffrei, peripher ist im Protoderm und darunter etwas vorhanden. Die Schuppen zeigen bereits die definitive Verteilung des Gerbstoffs, die Konzentration nimmt noch zu. In der Rinde des Triebes eine Fällung unter der Epidermis, ferner viel am Faserstrang; auf dem Holzkörper wenig.

26. VII. 1911. Knospenachse ca. 0,9 mm. Die Ausbildung der Membranen in M. K. und in B is fortgeschritten, sodaß jetzt eine Grenze zwischen beiden gegeben ist; ferner sind etwa drei Paar Laubblattanlagen vorhanden. Der Gerbstoffgehalt hat allgemein zugenommen — in der merist. Kuppe jetzt auch median in allen Schichten eine Fällung — doch ist die definitive Konzentration noch nicht erreicht.

Eine Untersuchung der *alten Knospenspur* ergibt ev. eine geringe Zunahme des Niederschlags in den obersten Schichten der alten M. K., im übrigen keine Änderung. In der Basis des jungen Triebes sind die Markzellen 1 — 2 mm von der alten M. K. an aufwärts mit verdickter und verholzter Membran versehen; Gerbstoff findet sich hier nur in kleinen Tröpfchen schwacher Konzentration; am 3. XI. 1911 ist die Konzentration stärker (braun). — Oxalat ist in winzigen Einzelkryställchen gleichmäßig durch alle Gewebe der Knospe verteilt.

Zusammenfassung.

In Bezug auf *Stärke* zeigen die Gewebe der Winterknospe und des Triebes darunter — abgesehen vom toten Mark — im Herbst ein Maximum; sogar das Protoderm des V. P. speichert bei Fraxinus americana. Bis in die ersten Novembertage hinein bleibt die Stärkemenge so gut wie unverändert, noch vor Mitte des Monats macht sich jedoch eine Abnahme geltend: in den obersten Zellen von M. K., in B — besonders im oberen Teil — und in der merist. Kuppe; Protoderm jetzt frei. Weiterhin schließt sich bis Mitte Dezember zunächst die Bündelzone der Knospe an und auch Schuppen, Laubblattanlagen, Rindenpartien und Holzkörper des Triebes büßen geringe Mengen ein; so wird Ende Dezember bis Anfang Januar das winterliche Minimum erreicht; am meisten haben die oberen Schichten von M. K., das Bündelparenchym, die Partie B, die merist. Kuppe und die äußeren Schuppen verloren. Mitte Januar macht sich darauf bereits in M. K. in der obersten Zone eine Zunahme bemerkbar, während die übrigen Gewebe noch keine Regeneration aufweisen; ein Präparat vom 17. I. 1912 zeigt auch unter dem Protoderm wieder eine Ablagerung. Am 6. II. 1911 ist eine deutliche Zunahme eingetreten, vor allem in B und in den äußeren Schuppen; die regenerierte Menge wächst dann kontinuierlich weiter an, so daß Anfang März das Maximum des Frühjahrs vorliegt: im Präparat vom 4. III. 1912 sind alle Gewebe vollgepfropft mit Stärke, sie scheinen vom ursprünglichen Gehalt so gut wie nichts eingebüßt zu haben. Im Laufe des April beginnt der Austrieb; es wird zunächst die Speicherung des oberen Teils von B, der Markanlage und der merist. Kuppe, darauf die der äußeren Schuppen und des Bündelparenchyms, endlich die der inneren Schuppen in Anspruch genommen; Ende April haben auch die oberen Schichten von M. K. und das Holzparenchym neben ihnen einen Teil ihrer Stärke abgegeben, im übrigen werden die Vorräte auf dem Holz und in der Rinde des Triebes noch nicht angegriffen und auch die Basis des neuen Triebes — B — zeigt noch eine kräftige Blaufärbung; weiter hinauf ist sein Mark zunächst frei und nur unter der Kuppe des V. P., ferner in der Bündel-

region treten geringe Mengen auf, viel dagegen in den neuen Schuppen und in der Stärkescheide der Rinde. Mit der energischen Assimilation und der fortschreitenden Differenzierung der Markzellen im Laufe des Juni setzt fernerhin eine erheblichere Speicherung ein: der größere Teil von M. K., die obere Partie von B, die inneren Schuppen nebst den entstehenden jungen Laubblattanlagen, weiter die Rindenpartien uud der Holzkörper zeigen eine kräftige Anfärbung. Im Juli fahren die Schuppen, die Rindenpartien und das Holzparenchym in der Anhäufung von Stärke fort; in der Markkuppe ist noch Ende August eine freie Zone vorhanden und im unteren Teil von B treten erst jetzt kleine Mengenauf, so daß bis zum Maximum noch viel fehlt.

In der alten Knospenspur geben zunächst die Schuppen und die oberen Schichten von M. K., ferner das Mark der Basis des jungen Triebes — B — und Ende Mai auch die Rinde ihren Stärkegehalt ab; Ende Juli ist der Verlust wieder ersetzt: M. K., Rinde und Holz haben viel. Etwas weniger findet sich in den jetzt verdickten und verholzten Markzellen über M. K., in denen die Menge bis zum Maximum im Herbst noch zunimmt. Am 20. XII. 1911 ist die Stärke in der Rinde geschwunden; in M. K. und auf dem Holz ist ein Rückgang bemerkbar, in der Basis des jungen Triebes dagegen keine Änderung; diesem Minimum folgt dann Mitte Januar bis Anfang März die Regeneration der Stärke.

Auch bezüglich der *Gerbstoffablagerung* zeigt die Winterknospe im Herbst ein Maximum; viel in der oberen Hälfte von B, in den Laubblattanlagen, ferner in den Schuppen und einigen Partien der Rinde; in den übrigen Geweben ist der Gehalt geringer, sogar im Protoderm des V. P. tritt bei Fraxinus americana eine Fällung ein. Weitere Untersuchungen zeigen, daß der herbstliche Zustand durch die Wintermonate erhalten bleibt und daß auch nach dem Austrieb der Knospe eine merkliche Änderung in der Gerbstoffspeicherung des alten Triebes nicht eingetreten ist. Im Mark des jungen Triebes erscheint anfangs sehr wenig Niederschlag, deutlich nur unter dem V. P., ferner peripher am Bündel im letzten Internodium und in den jüngsten Schuppenanlagen; eine deutlich braune Fällung dagegen in dem älteren

Schuppenpaar und in der Epidermis der Rinde. Weiterhin ſteigt dann im Laufe des Mai der Gehalt in den Markzellen langſam an, während er in der Partie unter dem V. P. — im ſpäteren B — und in den Schuppen raſch zunimmt; in der meriſt. Kuppe findet ſich peripher etwas und in der Rinde tritt jetzt auch in einigen Lagen unter der Epidermis, ferner — in erheblicherer Menge — am Faſerſtrang eine Fällung auf; auf dem Holz nur erſt wenig. Bis Ende Juli werden darauf die erſten Laubblätter angelegt; die Markzellen in oberen Teil des Triebes und in ſeiner Baſis ſowie das Gewebe der ſpäteren Partie B erfahren die charakteriſtiſche Ausbildung ihrer Membranen und damit iſt auch die endgültige Verteilung des Gerbſtoffs im ganzen gegeben; ſeine Menge iſt bis zum Herbſt kontinuierlich im Steigen begriffen. — Die lebendig bleibenden Markzellen in der Baſis des jungen Triebes zeigen Ende Juli nur geringe Mengen eines wenig konzentrierten Niederſchlags; erſt im Herbſt iſt hier etwas mehr vorhanden. — Nach einer Unterſuchung der alten Spur an der Baſis des letzten Triebes ſchienen mir die oberſten Schichten von M. K. ihren Gerbſtoffgehalt in geringem Maße vermehrt zuhaben.

IV. Syringa vulgaris.

Die Knoſpe von Syringa vulgaris (Fig. IV.) treibt etwa Mitte März aus; an mittelkräftigen Trieben wird dann im Laufe des April die terminale Knoſpe angelegt, die jedoch im Laufe des Mai wieder abſtirbt; darauf bilden die Seitenknoſpen in den Blattachſeln an der Baſis des oberſten Internodiums — das ebenfalls zugrunde geht, aber als »Stumpf« noch lange vorhanden iſt — mehrere Schuppenpaare und wachſen kräftig in die Länge. Parallel damit beginnen im Laufe des Mai die unteren Internodien hart zu werden und in der Region der ſpäteren Markkuppe (M. K.) ſetzt die Verdickung und Verholzung der Zellmembranen ein derart, daß gegen das Mark des Internodiums hin bereits eine Grenze hervortritt. Zunächſt wird nun in der Anlage von Schuppen fortgefahren; etwa von Ende Juli ab werden die Laubblattanlagen gebildet und Hand in Hand damit vollzieht ſich im Laufe dieſes Monats die weitere Ausbildung der M. K., die jetzt auch gegen das Knoſpenmark (B) hin ſich deutlich abgrenzt.

Die Achſe der Knoſpe — von M. K. bis zum Protoderm des V. P. — hat damit etwa $^3/_4$ ihrer endgültigen Länge erreicht, das Wachstum dauert nun weiterhin bis in die Herbſtmonate an und ſo erreicht die Winterknoſpe ihre definitive Geſtalt; ihre Achſe mißt 2 bis 3 mm und trägt am V. P. 4 bis 5 Paar junge Laubblattanlagen, die von meiſt eben ſo vielen Schuppenpaaren umgeben ſind.

Anatomiſches: Das Mark des Triebes unter der Winterknoſpe iſt zum größten Teil abgeſtorben; nur einige periphere, dem Holz aufliegende Schichten, bleiben lebendig, ihre Zellen ſind mit ſtark verdickter und verholzter Membran verſehen und führen große Stärkemengen, Gerbſtoff in geringerem Maße. Nach oben hin gegen das Knoſpenmark (B) ſchließen ſie ſich zur Markkuppe (M. K.) zuſammen; die Zellen ſind hier kleiner als im toten Mark des Triebes (M) und die reihige Anordnung geht verloren. Außerdem bleiben in der Baſis des Triebes, bis ca. 2 mm über der M. K. der alten Spur die Zellen lebendig — auch hier ſind die Membranen ſtark verdickt und verholzt und es findet ſich viel Stärke. Der Reſt der Markzellen des Triebes führt Luft, abgeſehen von vereinzelten in der Nähe des lebenden Gewebes gelegenen, die geringe Stärkemengen, hier und da zuſammen mit einem Oxalatkryſtall wohl auch eine ſchwach gelbliche Fällung zeigen können. In B. bleiben die Membranen unverdickt; die Zellen werden zunächſt nicht erheblich kleiner, erſt im letzten Internodium — wo auch nach $^3/_4$ ſtündiger Evakuation die Luft in den Interzellularen noch feſtgehalten wird — nehmen ſie raſch an Größe ab und gehen über in die meriſtematiſche Kuppe des V. P. mit den Anlagen der jungen Laubblätter; eine weitere Differenzierung der Elemente in der mit B bezeichneten Partie iſt nicht nachzuweiſen; die junge Markanlage zeigt alſo nach unten hin keine feſte Grenze. In den Schuppen iſt das mittlere Gewebe im ganzen unverdickt, während die Zellen der Oberſeite ausgeſprochen kollenchymatiſch erſcheinen und etwas in der Länge gezogen ſind; an der Unterſeite iſt — abgeſehen von eingeſtreuten Gruppen von Steinzellen — die Membranverdickung weniger deutlich; dagegen findet ſich hier etwas mehr Gerbſtoff als im übrigen Gewebe. In der Knoſpenrinde tritt beſonders in den Achſeln der Schuppen

die kollenchymatiſche Ausbildung der Membranen hervor, nach dem Bündel hin ſchwindet ſie; auch hier treten, unter den Baſen der Schuppen, Gruppen von Steinzellen auf.

Im Mark des »Stumpfes« ſind die Membranen allgemein ſchwach verdickt und verholzt, mit Gerbſtoff mittlerer Konzentration und meiſt auch mit Stärke gefüllt; dagegen zeigen einige hypodermale Schichten der Rinde eine ſtark collenchymatiſche Verdickung und eine dunkelbraune Fällung; nach oben hin ſchließt den Stumpf das abgeſtorbene Gewebe der terminalen Knoſpe ab.

Stärke.

3. X. 1911. In den oberſten Zweigen beginnen die Blätter abzuſterben; Knoſpenachſe ca 2 mm.

Der mittlere Teil von M führt Luft mit Ausnahme von einigen wenigen Zellen in der Nachbarſchaft von M. K., die etwas feinkörnige Stärke aufweiſen können; ſehr viel in den peripheren Schichten und in M. K., deren oberſte Zellen jedoch weniger zeigen. Viel in Mark und Rinde des Stumpfes unter der abortierten Mittelknoſpe und in dem mit B bezeichneten Knoſpenmark. Die meriſt. Kuppe des V. P. iſt median in allen Schichten frei, ſeitlich bis ins Protoderm hinein wenig; die Laubblattanlagen haben viel im Parenchym des Hauptnerven und in der Stielparte, etwas auch in der Spreite. Sehr viel in den Schuppen, nur die Region des Bündels erſcheint heller; große Mengen in der Knoſpenrinde, ferner im Holzkörper und in der Rinde des Triebes — ausgenommen Steinzellen. Faſern und Kork; etwas findet ſich auch auf den Bündeln neben B. Ferner Reſte über dem Wundkork an der Abtrennungstelle der alten Blattſtiele.

4. XI. 1911. Blattfall zur Hälfte beendet; Achſe gut 2 mm.

In den Schuppen hat die Intenſität der Färbung etwas nachgelaſſen; im übrigen keine Änderung.

6. XII. 1911. Knoſpenachſe ca. 2 mm.

In den Zellen unter M. K. iſt die Stärke geſchwunden, M. K. ſelbſt hat etwa $^1/_3$ ihres urſprünglichen Gehalts verloren und zwar vorzugsweiſe aus den unteren Schichten und der oberſten. B hat etwa die Hälfte der Speicherung eingebüßt im oberen und unteren Teile, die Mitte hat nicht erheblich abgenommen; auch im Mark des Stumpfes weniger als im Herbſt. Die Kuppe des

V. P. ist in allen Schichten frei, die Laubblattanlagen führen noch etwas im Bündelparenchym und in der Stielpartie; die Spreite ohne Stärke. Wenig in den Schuppen in einigen Zelllagen am Bündel, mehr unter der Zone ihrer späteren Abtrennung in der Rinde; das axillare Koll. zeigt wenig oder ist frei. Der Holzkörper des Triebes ist bis auf kleine Mengen entleert; die Rinde — bis auf Reste im sek. Teile und unter dem Wundkork der alten Blattstiele — ferner die Bündelzone der Knospe weisen keine Speicherung mehr auf.

20. XII. 1911. Knospenachse ca. 2 mm.

Gegen den 6. XII. 1911 tritt hier noch etwas weniger Stärke auf; die Verteilung hat sich nicht geändert.

14. I. 1911. Knospenachse ca. 3.1 mm.

M. K. hat $^2/_3$ des Herbstgehaltes verloren; der untere Teil von B ist frei, mittel viel in halber Höhe; darüber ziemlich wenig, peripher abgelagert. Die Kuppe des V. P. sowie die Laubblattanlagen sind ohne Stärke, in den äußeren Schuppen etwas am Bündel, meist nur im basalen Teil, in den inneren geringe Mengen auch höher hinauf; über mittelviel unter ihrer späteren Abtrennungszone und in der Knospenrinde am Bündel. Im Mark des Stumpfes, in der Bündelregion der Knospe keine Speicherung mehr, wenig auf dem Holz des Triebes und in seiner sek. Rinde. Kräftig blau gefärbte Stärke noch an der Basis der alten Blattstiele außerhalb des Wundkorks.

18. I. 1912. Knospenachse ca. 2,3 mm wie am 14. I. 1911,

30. I. 1911. Knospenachse ca. 3 mm.

M. K. gegen den 14. I. 1911 unverändert; im oberen Teil von B peripher auch etwas weiter abwärts über mittelviel. Die merist. Kuppe zeigt seitlich Spuren, die Laubblattanlagen mittel viel im Bündelparenchym und in der Stielpartie; etwas auch in der Spreite. Die inneren Schuppen weisen einen blauen Streifen zu beiden Seiten des Bündels auf; die äußeren haben wenig an der Basis über ihrer Abtrennungszone; auch darunter, in der Rinde der Knospe, Stärke. Die Bündelzone der Knospe ist frei; auf dem Holz des Triebes ziemlich viel, in seiner Rinde nur im sek. Teil etwas.

6. II. 1911. Knospenachse ca. 3,5 mm.

Im ganzen ist die Stärkemenge und ihre Verteilung seit dem 30. I. 1911. nicht verändert; abweichend davon tritt hier etwas Stärke in geringer Höhe über M. K. auf; unter den Abtrenungszonen der Schuppen und vielleicht auch in M. K. etwas mehr als am 30. I. 1911; Stumpf fast frei.

2. III. 1911. Antrieb; die Schuppen zeigen eine Verschiebung von 1—2 mm gegeneinander; Achse ca. 4,3 mm.

Die peripheren Markschichten des Triebes haben ihren Stärkegehalt seit dem Herbst nicht verändert, M. K. führt in $^3/_4$ ihrer Zellen wieder sehr viel. Das Knospenmark zeigt viel, in mittlerer Höhe etwas weniger, unter mittelviel hellblau angefärbte Stärke im Mark des Stumpfes, seine Rinde hat mehr; in der Kuppe des V. P. seitlich geringe Mengen; im Nervenparenchym und in der Stielpartie der Laubblattanlage sehr viel, weniger in der Spreite. Ziemlich viel speichern einige Lagen zu beiden Seiten des Bündels der inneren Schuppen, in den äußeren ist die Stärke auf die untere Hälfte beschränkt; viel in ihren Abtrennungszonen. Mittelviel führt die Knospenrinde in einem breiten Streifen am Bündel; axillares Koll. ohne Speicherung. Auf den Bündeln seitlich B ist bis zu geringer Höhe über M. K. etwas vorhanden, auf dem Holzkörper des Triebes ziemlich viel; weniger hat seine Rinde.

20. III. 1911. Kräftiger Antrieb, die inneren Schuppen sind ca. 7 mm über die äußeren hinausgewachsen; Achse ca. 6 mm.

In M. K. hat die Stärkemenge abgenommen und im Mark der treibenden Knospe ist eine Änderung in der Verteilung eingetreten: viel im untersten Teil, darüber wenig und in den beiden obersten Internodien gut mittelviel. Die Kuppe des V. P. — ebenso die Meristeme in den Schuppenachseln — und ihre jüngsten Blattbildungen sind frei die nächst älteren führen in der Stielpartie, ferner am Hauptnerven einen dunkelblau gefärbten Stärkestreifen, der sich bis in die Rinde des jungen Triebes fortsetzt. Die inneren Schuppen zeigen etwas am Bündel, die äußeren nur an der Basis; viel unter ihrer Abtrennungszone. Die Rinde des alten Triebes hat viel; ebenso der Holzkörper bis zur Höhe von M. K., weiter nach oben in der Bündelregion keine Stärke. Kräftig gefärbte Mengen in den alten Stielbasen außerhalb des Wundkorks, Stumpf etwa wie am 2. III. 1911.

21. IV. 1911. Alkoholmaterial; Knoſpe ausgetrieben, Achſe des jungen Triebes ca. 2 cm, alte Schuppen noch vorhanden; die beiden unterſten Blattpaare ſind entfaltet, Internodien noch weich.

Das Mark des letzten Internodiums unter der Mittelknoſpe — alſo des ſpäteren Stumpfes — führt keine Stärke; weiter abwärts in den Markzellen ſehr geringe feinkörnige Mengen. Der V. P. der mittleren Knoſpe ſamt ſeinen zwei bis drei Schuppenpaaren, ferner die Meriſteme der Seitenknoſpen mit einem Schuppenpaar ſind ſtärkefrei; abgeſehen vom letzten Internodium findet ſich viel in zwei bis drei Schichten am Faſerſtrang der Rinde, weniger nach außen hin, die Epidermis und einige Lagen darunter, ferner die ſek. Rinde und die Bündelregion zeigen keine Speicherung.

22. V. 1911. Trieb ca. 25 cm; Schuppen an der alten Spur nicht mehr vorhanden; die drei unteren Internodien hart, Blätter noch nicht ausgewachſen.

Die terminale Endknoſpe iſt im Abſterben begriffen; die Achſe der beiden Seitenknoſpen — bereits mit mehreren Schuppenpaaren — etwa gleich 0,5 mm. Die Region der ſpäteren M. K. hebt ſich durch die geringere Größe ihrer Zellen und die einſetzende Verdickung ihrer Membranen vom Mark des Triebes deutlich ab; gegen das Knoſpenmark hin noch keine Grenze. Stärke findet ſich auf dem Holzkörper des Triebes; ferner in ſechs bis ſieben Schichten der inneren Rinde, gegen die Epidermis hin verblaßend. Die Seitenknoſpen zeigen ſehr wenig in den Schuppen, in der unteren Hälfte von B und unter meriſtematiſchen Kuppe etwas mehr; die Bündelregion iſt frei. — Allgemein treten in den Zellen winzige, körnig erſcheinende Oxalatkryſtalle auf.

3. VI. 1912. Schwächerer Trieb; Knoſpenachſe ca. 3 mm, oberſtes Internodium noch nicht hart, Blätter nahezu ausgewachſen. Stärke findet ſich gut mittelviel in den Schichten des peripheren Triebmarks; wenig im unteren Teil von M. K., gegen B hin mehr. Im oberen Teil von B mittelviel, im unteren weniger. Die Bündelzone der Knoſpe iſt ohne Stärke, ebenſo die meriſt. Kuppe des V. P., die jüngſten Blattbildungen führen etwas in einem Streifen am Bündel, die äußeren Schuppen im mittleren Gewebe

der unteren Hälfte. Im Mark der Stumpfbaſis unter der abgeſtorbenen Mittelknoſpe mittelviel, in ſeiner Rinde in den Schichten am Faſerſtrang, wenig in einigen Lagen unter dem Kork; etwas auf dem Holz.

29. IV. 1911. Knoſpenachſe ca. 1 mm; Trieb ausgewachſen; M. K. iſt gegen B noch nicht ſcharf abgegrenzt.

Stärke findet ſich viel in M. K.; gut mittelviel in B, im oberen Teil etwes mehr. Die Kuppe des V. P. iſt frei; in den jungen Laubblattbildungen mittelviel, Bündelregion frei. Die Schuppen führen größere Mengen in ihrer unteren Hälfte, anſchließend daran in der Rinde an ihrer Baſis Stärke; im axillaren Koll. weniger. Auf dem Holzkörper des Triebes dunkelblau gefärbte Stärkemengen bis zur Höhe von M. K., höher hinauf wenig. Viel in der Rinde; ebenfalls etwa viel in den inneren Rindenſchichten des Stumpfes, ſowie im unteren Teil ſeines Marks.

26. VII. 1911. Knoſpenachſe ca. 1,5 mm; M. K. gegen B gut abgegrenzt.

Sehr viel Stärke in M. K. mit Ausnahme einer ſehr ſchmalen Zone in ihrer oberen Peripherie. Mittel bis viel zeigt B, über M. K. und unter dem V. P. iſt die Färbung etwas kräftiger als in mittlerer Höhe. Die meriſt. Kuppe iſt ca. frei; in den Laubblattanlagen und Schuppen hat die Färbung gegen den 29. VI. 1911 an Intenſität zugenommen; ſehr viel (ſchwarz) in den peripheren Markſchichten, auf dem Holz und in der Rinde des alten Triebes, ferner im Mark und Rinde des Stumpfes.

Die Unterſuchung der *Knoſpenſpur* an der Baſis des letzten Triebes ergibt folgendes:

22. IV. 1911. Viel Stärke in M. K. — ausgenommen eine Partie unter der Triebbaſis, die etwa zur Hälfte entleert iſt; etwas findet ſich in geringer Höhe über M. K. im Mark des jungen Triebes, höher hinauf keine Stärke. Die alten Schuppen und die Rinde an ihrer Baſis ſind frei; das periphere Mark ſowie der Holzkörper unter der Spur haben noch viel; über mittelviel in der alten Rinde in einigen Schichten außerhalb des Faſerſtranges. Der Stumpf, bis auf geringe Mengen in der inneren Rinde, iſt ca. frei.

5. V. 1911. Junger Trieb etwa 7 cm, Blätter faſt alle entfaltet.

Im peripheren Mark des alten Triebes iſt die Speicherung geſchwunden; M. K. iſt bis auf wenige Zellen ebenfalls frei; über M. K. hat in Zellgruppen die Verdickung der Membranen eingeſetzt, Stärke iſt nicht vorhanden. Unter den Abbruchſtellen der alten Schuppen finden ſich geringe Reſte, auf dem Holz des alten Triebes noch größere Mengen; ſeine Rinde iſt ziemlich frei.

3. VI. 1912. Das periphere Mark iſt frei, im M. K. führen einzelne Zellen Stärke. Viel in der Rinde, gut mittelviel auf dem Holzkörper des alten Triebes und der Spur, Mark des neuen Triebes ohne Stärke.

29. VI. 1911. Mittel bis viel Stärke im peripheren Mark und in M. K. des alten Triebes, ſowie in den verdickten und verholzten Markzellen in der Baſis des neuen Triebes; zwiſchen beiden verwiſcht ſich die Grenze. Weiter hinauf nur im peripheren Mark eine Speicherung; Holzkörper und Rinde unter und in der Spur wie am 3. VI. 1912.

26. VII. 1911. Die Verteilung der Stärke hat ſich nicht geändert; die Anfärbung iſt allgemein etwas intenſiver als am 29. VI. 1911.

3. X. 1911. Die Speicherung hat an Menge weiter zugenommen, Anfärbung ca. ſchwarz.

4. XI. 1911. Es macht ſich eine geringe Abnahme bemerkbar; Färbung etwa dunkelblau bis ſchwarz.

20. XII. 1911. Knapp mittelviel in $^2/_3$ der Zellen von M. K.; gut mittelviel im peripheren Mark und auf dem Holz des alten Triebes; wenig in der ſekundären Rinde, primäre Rinde ohne Stärke; etwas in der Rinde der Spur. In den verdickten und verholzten Zellen der Markbaſis des jungen Triebes findet ſich unmittelbar oberhalb M. K. weniger, darüber faſt viel; weiter aufwärts nur peripher Stärke.

18. I. 1912. Die Speicherung hat allgemein noch etwas abgenommen.

11. III. 1912. Über mittelviel im peripheren Mark und M. K. des alten Triebes; ebenſoviel in der Markbaſis über M. K. Auch die Rindenpartien führen wieder Stärke; Holzkörper wie am 20. XII. 1911.

Gerbstoff.

3. XI. 1911; 7. XI. 1910. Knospenachse ca. 2 bis 2,8 mm.

In den peripheren, verdickten und verholzten Schichten des Triebmarks findet sich ein schmutzig-gelbbrauner Niederschlag; ebenso in M. K. mit Ausnahme einer schmalen gerbstoffreicheren (braungelblich) Zone an der oberen Peripherie. Im abgestorbenen Teil von M hier und da Oxalatkrystalle und ev. in einigen Zellen unter M. K. eine schwach gelbliche Fällung.

In B ist etwas mehr vorhanden und zwar besonders in den mittleren Internodium; im jüngsten Internodium direkt unter V. P. wenig. Die merist. Kuppe zeigt eine hellgelbliche Färbung; die jüngsten Laubblattanlagen führen in ihrem Gewebe einen gelblichen Niederschlag, in den älteren wird die Farbe in einem Streifen an der Blattober- und Unterseite intensiver; die Bündelregion erscheint hell. Die Konzentration des Gerbstoffs in den Schuppen ist etwa gleich der in B, mehr findet sich hypodermal in einigen Schichten schwach koll. verdickter Zellen an der Unterseite; die Steinzellen sind frei. Die Knospenrinde zeigt ziemliche Mengen eines rotbraunen Niederschlags besonders unter der Abtrennungszone der äußersten Schuppen, weiter hinauf und nach dem Bündel hin weniger; die Rinde des Triebes hat viel (dunkelbraun) im äußersten Kork, das Phellogon ist ca. frei; darunter — im Koll. — eine rotbraune Fällung, die nach den Fasern hin und in der sek. Rinde, ferner im Parenchym des Holzes in ein braungelb übergeht; die Fasern bleiben frei. Der Stumpf führt viel in seinem Mark, etwas weniger in der Rinde.

13. III. 1912. Achse ca. 3,8 mm.; Antrieb. Mit dem Antrieb geht die Konzentration des Gerbstoffs in B zurück, er verdünnt sich gewissermaßen; in der Partie direkt über M. K. und in den übrigen Geweben keine Änderung.

23. IV. 1911. Junger Trieb ca. 5 cm.

Eine Untersuchung der alten Knospenspur ergibt keine Änderung in Verteilung und Konzentration des Gerbstoffs seit dem Herbst des Vorjahres.

1. V. 1911. Im Mark des jungen Triebes tritt im Internodium unter der Endknospe ein geringer gelbbräunlicher Niederschlag auf, direkt unter der Kuppe des V. P. auch median; mehr

(braungelb) in den ſpäter abortierenden Blattbildungen, beſonders in den Schichten der Ober- und Unterſeite. Die Rinde des letzten Internodiums — das weiterhin zum Stumpf wird — führt eine braune Fällung in ihrer Epidermis ſamt Haaren, ferner in etwa zwei Schichten darunter; etwas weniger in den äußeren Rindenſchichten der übrigen Internodien; ſek. Rinde und Holzkörper ſchwach gelb. — Die Seitenknoſpen haben bis jetzt etwa drei Schuppenpaare gebildet; ihr V. P. ſamt den Schuppen zeigt eine gelbliche Färbung; eine leichte Bräunung in der Übergangszone vom Knoſpen- zum Triebmark.

27. VI. 1911. Achſe der Seitenknoſpe ca. 1 mm.

Die terminale Mittelknoſpe auf dem letzen Internodium des Triebes iſt abgeſtorben; das Mark des Stumpfes iſt, beſonders peripher, ſchmutzig braun gefärbt; Rinde heller. — In M. K. und im peripheren Mark des Triebes unterhalb der Seitenknoſpen eine ſchmutziggelbe Fällung; B erſcheint gelbbräunlich, unter der Kuppe des V. P. etwa braungelb; die meriſt. Kuppe enthält einen hellgelblichen Niederſchlag. Etwas mehr in den Schuppen: mittleres Gewebe ſchmutziggelb, hypodermal vorwiegend an der Unterſeite in einigen Schichten braun. Die Fällung in der Knoſpenrinde zeigt ein ſchmutziges Gelb, die Bündelregion der Knoſpe erſcheint heller. Innerhalb der Rinde des Triebes viel Gerbſtoff (dunkelbraun) im Kork, Phellogen ca. frei, darunter zwei bis drei rotbraune Schichten; ſek. Rinde und Holzkörper haben weniger.

27. VI. 1911. Knoſpenſpur.

Die unteren Zellen der alten M. K. haben im Gerbſtoffgehalt zugenommen: die Fällung erſcheint hier rotbraun; ferner findet ſich in den verdickten und verholzten Markzellen der Baſis des jungen Triebes ein ſchmutziggelber Niederſchlag; im übrigen keine Änderung.

26. VII. 1912. In den Geweben der Knoſpe und des Triebes hat die Konzentration des Gerbſtoffs zugenommen, jedoch iſt das Maximum des Herbſtes noch nicht ganz erreicht. Spur der alten Knoſpe wie am 27. VI. 1911.

Zusammenfassung.

Die Knoſpe zeigt im Herbſt ein Maximum an *Stärke*; ſogar im Protoderm des V. P. findet ſich ſeitlich etwas, in

M. K. fällt eine ärmere Zone an der oberen Peripherie auf. Im November macht ſich eine allmähliche Abnahme bemerkbar; Anfang Dezember iſt ſchon ein erheblicher Teil geſchwunden; die Markkuppe hat etwa ein Drittel — und zwar vornehmlich aus der unterſten und oberſten Zone — , das Knoſpenmark ca. die Hälfte ſeiner urſprünglichen Speicherung eingebüßt. die meriſt. Kuppe iſt frei; in den Laubblattanlagen iſt die Spreite frei, die Stielpartie hat einen Teil ihrer Stärke verloren; endlich ſind Holz und Rinde, ſamt den aufſitzenden Schuppen, ſtark entleert. Im Verlauf des Dezember nimmt dann die Menge noch weiter ab, und Mitte Januar etwa iſt das Minimum des Winters erreicht: in der Markkuppe iſt der urſprüngliche Gehalt zu $^2/_3$ geſchwunden, der untere Teil von B iſt frei; V. P., Laubblattanlagen und Stumpf ebenfalls, in den Schuppen und dem Holzparenchym wenig; Rinde frei bis auf Reſte im ſek. Teil und unter den ſpäteren Abtrennungszonen, hier und an der Baſis der alten Blattſtiele außerhalb des Wundkorks eine verhältnismäßig kräftige Blaufärbung; in den peripheren Markſchichten des Triebes keine Abnahme ſeit dem Herbſt. Bereits in der erſten Hälfte des Februar tritt eine geringe Regeneration ein und Anfang März zeigt M. K. wieder $^3/_4$ ſeiner Zellen angefüllt mit Stärke; viel in B und den Laubblattanlagen, etwas ſeitlich im Protoderm des V. P., die übrigen Gewebe haben weniger regeneriert. Nun ſetzt im Verlauf des Monats der Austrieb ein; dabei wird zunächſt der Vorrat der Knoſpe — V. P., Blattanlagen, Knoſpenmark — und weiterhin auch der oberen Zone der Markkuppe angegriffen; auf ihre Koſten wächſt vorläufig der junge Trieb in die Länge; er entfaltet ſeine erſten Laubblattpaare und bereits im Mai ſetzt eine neue Speicherung ein: In der Stärkeſcheide der Rinde und auf dem Holz, ferner im unteren Teil des Marks der Seitenknoſpen und ſehr wenig in ihren Schuppen; gleichzeitig beginnt die terminale Knoſpe abzuſterben. Mit der Entfaltung der weiteren Blattpaare ſetzt im Juni nun eine kräftige Aſſimilation ein und ſchon in der erſten Woche des Monats iſt neben der Differenzierung der Gewebe eine erhebliche Zunahme der Ablagerung eingetreten; auch in den peripheren Markſchichten des Triebes und in den Markkuppen der Seitenknoſpen, ferner in der Mark-

baſis des Stumpfes findet ſich Stärke. Damit iſt die definitive Verteilung der Reſerveſtoffe in der Knoſpe gegeben; Juni und Juli dienen der weiteren Anreicherung, doch wird das endgültige Maximum noch nicht erreicht.

In der Knoſpenſpur an der Baſis des neuen Triebes gibt zunächſt die obere Zone der Markkuppe, ferner die Rindenpartie samt den aufſitzenden Schuppen ihren Stärkegehalt ab. Erſt Anfang Mai iſt im peripheren Mark und in der Rinde des alten Triebes die Speicherung geſchwunden, M. K. bis anf wenige Zellen entleert und der Vorrat des Holzparenchyms angegriffen; auch die Markbaſis des jungen Triebes — in der jetzt die Verdickung der Membranen beginnt — iſt ohne Stärke, dagegen finden ſich noch Reſte unter den Abbruchſtellen der Schuppen. Der Verluſt wird jedoch — abgesehen von den peripheren Markschichten, die erſt im Juni wieder speichern — bereits im Laufe des Mai erſetzt; Ende Juni tritt auch in der verdickten Markbaſis über M. K. eine Blaufärbung ein. In den Herbſtmonaten erreicht die Stärkemenge den Höhepunkt, um dann im November in geringerem Maße, im Dezember aber bedeutend abzunehmen bis zum winterlichen Minimum etwa Mitte Januar: Rinde frei, mittelviel im peripheren Mark und in etwa $^2/_3$ der Zellen von M. K.; die übrigen Gewebe haben weniger eingebüßt. Daranf erfolgt im Frühjahr eine Regeneration.

Auch in bezug auf *Gerbstoff* zeigt die Winterknospe im Herbſt ein Maximum; jedoch ſind die im peripheren Mark und in der Markkuppe vorhandenen Mengen nicht groß, eine ſtärkere Konzentration tritt in B, in den Schuppen und im Kork und Koll. der Rinde ein; das Gewebe des V. P. samt den jüngſten Laubblattanlagen erscheint hellgelblich gefärbt, und die mechaniſchen Elemente — Fasern, Steinzellen — ferner die toten Markzellen ſind frei. Die Verteilung des Niederschlags bleibt durch den Winter erhalten; während des Austriebs macht ſich dann in B — parallel der Streckung — eine Abnahme der Konzentration geltend.. In den Geweben des alten Triebes ändert ſich bis in den Sommer hinein nichts, erst Ende Juni tritt in einigen Zellen an der unteren Peripherie von M. K. eine Anreicherung an Gerbstoff ein. —

Im jungen Trieb tritt zuerst in den äußersten Schichten der Rinde nebst Haaren und in den Blattbildungen des V. P. der terminalen Mittelknospe eine kräftige Gerbstoffspeicherung ein; bedeutend weniger findet sich in der sek. Rinde, auf dem Holzkörper, ferner im peripheren Mark und unter der merist. Kuppe des letzten Internodiums. Zur selben Zeit — Anfang Mai — haben auch die Seitenknospen mit der Speicherung begonnen: ihre Gewebe zeigen eine gleichmäßig gelbe Färbung, nur in der Region der späteren Markkuppe setzt bereits eine leichte Bräunung ein. Nachdem nun mit der weiteren Entwicklung des Triebes die Endknospe abgestorben ist, beginnen die Seitenknospen kräftig zu wachsen; die Differenzierung der Gewebpartien schreitet vor und Hand in Hand damit auch die Ablagerung von Gerbstoff, derart daß Ende Juni bereits die definitive Verteilung erreicht ist. Im Laufe des Juli nimmt dann die Konzentration allgemein zu, doch ist Ende des Monats das endgültige Maximum noch nicht ganz erreicht.

V. Prunus Padus.

Die Winterknospe von Prunus Padus (Fig. V.) treibt bereits Anfang März aus, und bis Mitte des Monats werden an mittelstarken Trieben die ersten Schuppen der neuen Knospe gebildet; die Knospe wächst nun zunächst in die Breite und legt bis Ende Juni weitere Schuppen an. Parallel damit hat die Verdickung des Marks unter dem V. P. eingesetzt und die mit A bezeichnete Partie ist im wesentlichen gegeben, die Internodien beginnen allmählich steif zu werden, ihr Mark ist jedoch noch zart. Von nun an streckt sich die Knospe hauptsächlich in die Länge, über der Partie A entsteht die Markanlage (c) und am V. P. erscheinen die ersten Laubblattanlagen; mit der weiteren Ausgestaltung der Knospe bis zum Herbst nehmen sie noch beträchtlich an Zahl zu. Damit liegt die fertige Winterknospe vor: ihre Achse — von der unteren Grenze von A bis zum Protoderm des V. P. — mißt 2 bis 2,5 mm., wovon ca. 1 mm auf die mit A bezeichnete Partie und der Rest auf die Markanlage (c) entfiel: in der von 9 oder 10 Schuppen gebildeten Höhlung fanden sich über 20 Laubblattanlagen.

Anatomisches: Das Mark des Internodiums unter der Knospe ist abgestorben bis auf 3 bis 4 Schichten peripher auf dem Holz und einzelne Zellen und Zellreihen in mittleren Teil; die Membranen dieser lebenden Elemente erscheinen verdickt und verholzt bis auf eine Zone direkt unter A, in der die Verholzung vorläufig noch unterbleibt; das dokumentiert sich besonsonders durch das abweichende Verhalten in der Speicherung im Laufe der Jahresperiode. Weiter hinauf, gegen die Knospenbasis hin, verlieren sich die toten Zelleu allmählich zwischen den lebenden; im unteren Teil (α) der mit A bezeichneten Partie — dem späteren Mark der alten Knospenspur - - sind die Zellen von rundlicher Gestalt und mehr koll. ausgebildet, sie nehmen nach oben hin bis unter die Kuppe des V. P. kontinuierlich an Größe ab und ihre Membranen werden zarter. Innerhalb dieser Partie ist histologisch keine scharfe Grenze zu ziehen zwischen der Markanlage c und der Partie A, jedoch treten in der Verteilung der Inhaltsstoffe Unterschiede hervor; in A viel Gerbstoff — anfangs (α) noch in Reihen, in (β) Reihen aufgelöst - , dagegen im jungem Mark, abgesehen von etwas seitlich auf den Bündeln, so gut wie kein Gerbstoff, weniger Stärke und sehr viel Oxalat in Drusen. Die Achse schließt oben ab mit der farblosen merist. Kupp des V. P. und den — im Herbst schon ziemlich großen — Laubblattanlagen. Die äußeren Schuppen sind in 3 bis 4, die inneren etwa in 2 Zelllagen der Ober- und Unterseite koll. verdickt und angefüllt mit Gerbstoff; bei den inneren bleibt das mittlere Gewebe zart, hier liegt im Herbst Stärke, auch wohl ab und an Oxalat in Einzelkrystallen. Im unteren Teil der Knospenrinde findet sich viel Gerbstoff und die Membranen erscheinen ausgesprochen kollenchymatisch; das tritt besonders in den Schuppenachseln hervor. Im oberen Teil der Rinde, neben der Markanlage, ist die Verdickung gering und der Gerbstoff beschränkt sich auf die Schichten in der Nähe der Bündel.

Stärke.

2. X. 1911. Blattfall fast beendet; A 1mm, c 1 mm.

Mark der Internodien unter der Knospe zum größten Teil abgestorben; nur peripher einige Zelllagen auf dem Holz, ferner

Reihen verdickter Zellen des mittleren Teiles haben viel Stärke. Sehr viel in A (schwarzblau) mit Ausnahme der Oxalat führenden Zellen; in c neben sehr viel Oxalat auch viel Stärke (dunkelblau), immerhin weniger als in A. Die merist. Kuppe des V. P. ist frei; peripher in den tieferen Schichten vielleicht etwas. Haarbildungen bleiben frei. Die jungen Laubblattanlagen führen besonders in der Umgebung der Bündel, ferner jedoch auch in der Spreite Stärke. In der mittleren Partie der Schuppen sowie in der Rinde an ihrer Basis viel; das axillare Koll. der untersten Schuppen frei. Auf dem Holz des Triebes und in der Rinde — ausgenommen Kork und Fasern — viel; auch in der Bündelregion der Knospe Stärke.

2. XI. 1911. Blattfall beendet. A 1 mm, c 1,5 mm.

Zellen im oberen Teil des Marks bis auf einige frei, die peripheren Schichten färben sich noch kräftig blau. A hat $^2/_3$ seiner Stärke verloren, c etwa $^3/_4$; hier nur noch wenig feine Körner in den Zellen. Die Region der Gerbstoffstauung auf der Grenze zwischen A und c schließt sich dabei in ihrem Gehalt an c an. Merist. Kuppe des V. P. und Laubblattanlagen unverändert. In den Schuppen weniger als im Herbst. Rinde der Knospe und des Triebes haben stark abgenommen in ihrer Speicherung; auch die Zone des sek. Zuwachses hat verloren. Die Bündelregion der Knospe ist ziemlich frei.

30. X. 1910. Wie am 2. XI. 1911.

8. XII. 1910. A 1 mm, c 1,3 mm.

Im Mark des Triebes nur peripher noch einige Zellen mit Stärke (kräftig blau); wenig in A besonders peripher abgelagert. Die Partie c ist frei, ebenso die merist. Kuppe des V. P. im Protoderm und auch in den tieferen Schichten; in den Laubblattanlagen jetzt weniger als im Herbst. Die Rindenpartien sind bis auf geringe Mengen entleert, im Trieb unter der Abbruchstelle der alten Blätter noch etwas; wenig in den inneren Schuppen. Der Holzkörper führt noch Stärke etwa bis zur Basis von A, darüber wenig; die Bündelzone der Knospe ist frei.

1. XII. 1911. A 1 mm, c 2 mm. Wie am 8. XII. 1910.

20. XII. 1911. A 1 mm, c ca. 2 mm.

In A peripher auf dem Holz vielleicht etwas mehr Stärke, als am 8. XII. 1911; eine deutliche Zunahme in den Schuppen,

in einzelnen bis oben hin reichliche Mengen.

16. I. 1911. A 1 mm, c 2 mm. Der Gehalt des unteren Teiles von A hat erheblich zugenommen. Hier tritt jetzt eine eigentümliche Zonung in der Speicherung auf: die kräftig blau angefärbte Partie ist von ungefärbten, etwa senkrecht zur Knospenachse verlaufenden Streifen durchzogen; vielleicht beruht das auf dem Gegensatz von Nodien und Internodien; auch im oberen von A wieder Stärke, aber weniger als im unteren. c ist ziemlich frei, unter der merist. Kuppe Spuren; etwas noch in der Basis der Schuppen. Der V. P. ist durchaus frei, ebenfalls Rinde von Knospe und Trieb. Mark und Holzkörper des Triebes, sowie Bündelregion und Laubblattanlagen der Knospe wie am 8. XII. 1910.

18. I. 1912. A 1 mm, c 2,3 mm.

In den Zellreihen des Marks — soweit sie lebendig sind, findet sich Stärke mit Ausnahme der obersten, direkt unter A gelegenen; die peripheren Lagen führen bis A hinauf Stärke. Eine reichliche Speicherung auch in A, aber Zonung nicht zu erkennen. In c auch weiter abwärts feine Körnchen; Schuppen und Laubblattanlagen frei; in der primären Rinde des Triebes ziemliche Mengen.

30. I. 1911. A 1 mm, c ca. 2 mm.

Mark des Triebes in der mittleren Partie frei, peripher Stärke vorhanden mit Ausnahme einer freien Zone direkt unter A. In A wieder die Zonung; mittel bis viel in c; ziemliche Mengen in den Laubblattanlagen, nur wenig in der mittleren Partie der Schuppen. Die Knospenrinde zeigt einen Stärkestreifen im Anschluß an die Bündelregion; diese frei. Der Holzkörper des Triebes ziemlich frei, Rinde wie am 18. I. 1912.

6. II. 1911. A 1mm, c 2,2 mm. Antrieb.

Zonung in A sehr deutlich; in c, besonders im unteren Teil, knapp mittelviel. Sonst wie am 30. I. 1911.

2. III. 1911. Knospe ausgetrieben; alte Schuppen noch vorhanden; A 1 mm, Achse des jungen Triebes ca. 4,5 mm.; zwei Blättchen entfaltet.

Mark des alten Triebes direkt unter A ziemlich frei, auch weiter abwärts nur ganz vereinzelt im mittleren Teil einige Zellen

mit Stärke, peripher hier und da etwas. In A immer noch ca. viel (kräftig blau), Zonung erkennbar. Alte Schuppen frei; etwas unter ihrer Abtrennungszone; Holzkörper des alten Triebes ebenfalls ohne Stärke, in seiner primären Rinde noch ziemlich viel (kräftig blau). In den oberen Internodien des jungen Triebes erhebliche Mengen, besonders peripher; in den unteren weniger (hellblau). Die Kuppe des V. P. ist im Protoderm und in den tieferen Schichten frei. Deutliche Schuppenanlagen für die neue Winterknospe noch nicht zu unterscheiden. Die Rinde des neuen Triebes zeigt schwach Stärke unter dem in Bildung begriffenen Kork, mehr in der Stärkescheide. Region des sek. Zuwachses frei.

11. III. 1912. 5 Blätter entfaltet.

Viel Stärke in der Markpartie unter dem V. P., weiter abwärts wsniger, die untersten Internodien ohne Stärke. Die merist. Kuppe des V. P. ist frei, ebenso zwei sehr junge Schuppenanlagen. Mittelviel in der Stärkescheide der Rinde, nach außen hin unter dem Kork weniger.

1. IV. 1912. 9 Blätter entfaltet. Die untersten Internodien beginnen steif zu werden, Mark aber noch zart.

Gegen den 11. III. 1912 ist keine wesentliche Änderung eingetreten.

5. V. 1911. Blätter noch nicht alle entfaltet; die obersten Internodien noch weich; alte Schuppen abgeworfen. Alkoholmaterial.

Im obersten Mark unter der merist. Kuppe und etwas abwärts auf den Bündeln ca. mittelviel, ferner etwas in der Rinde des Triebes; alle andern Gewebe ohne Stärke.

1. VI. 1911. Alkoholmaterial.

In der Markpartie unter dem V. P. nur sehr geringe Mengen; die merist. Kuppe — jeßt sehr stumpf — ist frei bis auf etwas peripher unter den jüngsten Schuppen; diese ohne Stärke. Ziemlich viel in der Rinde des Triebes.

29. VI. 1911. Internodien steif; Mark wohl fertig verdickt, Kuppe etwas weniger stumpf als am 1. VI. 1911; A ca. 1 mm.

Sehr viel Stärke in einigen peripheren Lagen auf dem Holz, sowie in den Zellreihen des mittleren Marks, ferner in A, in der Knospenrinde und der Rinde des Triebes; etwas weniger auf

dem Holzkörper. Die merist. Kuppe des V. P. ist frei bis auf etwas peripher unter den jüngsten Blattanlagen; die Laubblattanlagen führen etwas am Hauptnerven; von den Schuppen sind die inneren ca. frei, dagegen ziemlich viel im mittleren Gewebe der äußeren, besonders nach der Basis zu. — Oxalat tritt in der Rinde, in A und im Triebmark in Drusen auf, in den Schuppen auch in Einzelkrystallen.

25. VII. 1911. Kuppe immer noch verhältnismäßig kurz; A 1 mm, c 1 mm.

Bis auf die Schuppen, von denen die inneren noch wenig Stärke führen, ist jetzt die Verteilung des Herbstzustandes erreicht; weiterhin werden — unter Verlängerung der jungen Achse — nur noch Laubblattanlagen gebildet, in der Partie c endlich macht die Auskrystallisierung des oxalsauren Kalks Fortschritte.

Anschließend an die Untersuchung vom 2. III. 1911 zeigt sich, daß am 1. IV. 1911 das Mark der *alten Knospenspur* median wie peripher ziemlich vollständig entleert ist; in der alten Rinde wieder ziemlich viel Stärke, in A in etwa der Hälfte der Zellen mittelviel. Bis zum 29. VI. 1911 eine erhebliche Zunahme; viel in der alten Rinde, auf dem Holz und im peripheren Mark — auch in der im Frühjahr unverholzten, stärkefreien Zone — ferner in $^3/_4$ der Zellen der Partie A. Untersuchungen der Spur am 25. VII. 1911 und 4. X. 1911 ergeben keine Veränderung. Am 2. XI. 1911 erscheint die Rinde des alten Triebes und der Spur stark entleert; bis zum 11. XII. 1911 ist in A die Stärke bis auf wenige Zellen, in der Rindenpartie ganz geschwunden; etwas noch auf dem Holz und in dem peripheren Teil des alten Marks. Am 18. I. 1912 ist die Stärke in den betreffenden Teilen des alten Marks, des Marks der Knospenspur, sowie auf dem Holz und in der Rinde z. T. regeneriert.

Gerbstoff.

7. XI. 1910; 3. XI. 1911; A 1 mm, c 1 mm.

Im Mark des Internodiums unter der Knospe ist der Gerbstoff beschränkt auf 3 bis 4 periphere Schichten auf dem Bündel und einige Zellenreihen im übrigen Mark, die nach oben hin in die mit A bezeichnete Partie übergehen; je nach der Stärke

des Triebes können vereinzelte Zellen mit einer schwach gelben Fällung auch weiter abwärts noch auftreten. In A lösen sich die Reihen zu Gruppen auf; fast $^3/_4$ aller Zellen führt hier einen intensiv braunen Niederschlag. Gegen die obere Grenze hin eine Stauung des Gerbstoffs, in c dagegen — mit Ausnahme einiger Schichten peripher auf den Bündeln — keine Fällung; hier aber noch viel oxalsaurer Kalk in Drusen von z. T. erheblicher Größe. Die merist. Kuppe des V. P. ist frei; die jungen Blattanlagen zeigen etwas am Bündel und auch in der Spreite geringe Mengen von schmutziggelber Farbe, jedoch mit Ausnahme des Blattrandes. In den äußeren Schuppen sehr viel in drei und mehr Schichten der Unter- und Oberseite, so daß nur wenige Zellen der Mitte ohne Gerbstoff sind; in den inneren weniger, es bleibt hier eine mittlere helle Partie. Die untere Hälfte der Knospenrinde, seitlich A, hat sehr viel, nach oben zu abnehmend; an der Basis der inneren Schuppen wenig, am Bündel abgelagert. Sehr viel in dem Holzparenchym des Internodiums und in seiner Rinde, hauptsächlich in einigen Lagen unter dem Kork und an den Fasern.

13. III. 1912. Austrieb; die ersten Blätter entfaltet.

Die alte Knospenspur wesentlich unverändert; etwas im Mark des jungen Triebes peripher am Bündel; im oberen Teil, besonders unter der meristematischen Kuppe des V. P. beginnt auch im mittleren Teil in Zellreihen eine Gerbstoffspeicherung; Konzentration nur gering. Der V. P. ist frei, die jüngsten Blattbildungen — Schuppen für die neue Winterknospe — zeigen eine Fällung in der Umgebung des Bündels, hauptsächlich aber in zwei Schichten an der Blattunterseite. In der Rinde des Internodiums in den äußersten Schichten und an den Fasern ein Niederschlag; etwas auch in der Bündelregion. — Im jungen Mark sind bereits einige Oxalatdrusen vorhanden.

13. V. 1911. Oberste Internodien noch weich. Im mittleren Mark des Internodiums heben sich die Zellreihen deutlich ab; die Konzentration des Gerbstoffes hat allgemein zugenommen.

23. VI. 1911. Internodien steif, A knapp 1 mm.

Bis Ende Juni etwa ist die definitive Verteilung des Gerbstoffs im wesentlichen gegeben; die Knospe ist hauptsächlich in die Breite gewachsen und hat die Partie A angelegt; die Ver-

dickung der Markzellen ist noch nicht bis oben hin vorgedrungen; über A ist jetzt die Partie c im Entstehen begriffen. In A bereits ziemlich viel Gerbstoff, im unteren Teil in Reihen, die sich nach oben hin zu Gruppen auflösen. Auch Schuppen, Knospenrinde, ferner Rinde und Holz des Internodiums zeigen bereits dieselbe Verteilung des Niederschlags wie im Herbst. In bezug auf die Konzentration ist der definitive Zustand noch nicht erreicht, sie nimmt bis zum Herbst weiter zu.

Zusammenfassung.

Im Herbst hat die Knospe den Höhepunkt der *Stärkespeicherung* erreicht; es findet sich sehr viel in den Geweben des Internodiums und der Knospe; im Protoderm des V. P. nur seitlich etwas. Anfang November ist in der Partie c, in A sowie in der Rinde der Knospe und des Triebes ein deutlicher Rückgang eingetreten, in schwächerem Maße auch in den Zellreihen des mittleren Marks, auf dem Holz des Triebes, in der Bündelregion der Knospe und in den Schuppen. Das Minimum des Winters fällt etwa in die erste Hälfte des Dezember: die Zellreihen im mittleren Mark, die Partie c die Bündelregion der Knospe sind jetzt frei von Stärke; in den übrigen Geweben eine weitere Abnahme. Dagegen ist in den jungen Laubblattanlagen kaum eine Änderung wahrzunehmen. In den äußeren Schuppen erfolgt, im Gegensatz zu den inneren, bereits im Dezember wieder eine Zunahme; im weiteren Verlauf wird dieser Gehalt bis etwa gegen Weihnachten langsam verbraucht. Die Partie A beginnt im Januar mit der Regeneration, und ihr folgt dann bald die Partie c; zwischen dem Präparat vom 16. I 1911 und vom 18. I. 1912 fällt in bezug auf den Gehalt der Laubblattanlagen, der Rinde des Triebes und auch der Markanlage (c) ein gewisser Unterschied auf. Jedenfalls traten in diesen Geweben Ende Januar wieder ziemliche Mengen auf, während in der unverholzten Zone unter A, auf dem Holze des Triebes und in der Knospenrinde gar keine oder doch nur wenig Stärke regeneriert wird; diese Vorräte werden im Verlauf der Vegetation verbraucht.

Im jungen Trieb wird zuerst im peripheren Mark der obersten Internodien, in der Stärkescheide und unter der Epider-

mis Stärke abgelagert; die jungen Schuppen sind frei; weiterhin speichert auch der mittlere Teil des Marks sehr reichliche Mengen; der Gehalt wird hier wie auch in den Rindenpartien bis in den April hinein vermehrt; der des Marks wird sodann mit der weiteren Entwicklung des Triebes, etwa bis zur vollständigen Blattentfaltung, wieder verbraucht, so daß am 1. VI. 1911 hier nur geringe Mengen angetroffen wurden. Auch die bis jetzt gebildeten Schuppen sind ohne Stärke; währenddem ist die Speicherung der Rinde fortgeschritten. Im Laufe des Juni wird dann energisch assimiliert, und Ende dieses Monats ist wieder in allen Teilen der Knospe, ausgenommen die Schuppen und die Kuppe des V. P. in ihren oberen Schichten, reichlich Stärke vorhanden; gleichzeitig hat sich oxalsaurer Kalk ausgeschieden. Erst spät folgen die Schuppen in der Speicherung; am 25. VII. 1911 waren die inneren noch so gut wie ohne Stärke. Der. V. P. bleibt, abgesehen von geringen Mengen peripher in den tieferen Schichten, durch die ganze Periode frei.

In den Geweben des alten Triebes — mit Ausnahme des Holzkörpers ferner in der Partie A der alten Knospenspur bleibt die Speicherung bis nach dem Austrieb erhalten, und erst im Laufe des März werden diese Vorräte angegriffen; bereits in den folgenden Monaten erfolgt von neuem eine Speicherung; im Herbst findet sich wieder ein Maximum; im Dezember schwindet die Stärke bis zum Minimum, um dann im Verlauf des Januar regeneriert zu werden.

Auch für *Gerbstoff* zeigt die Knospe im Herbst und dann auch durch den Winter ein Maximum; ob die Konzentration in A während des Austriebes und nachher in den Sommermonaten abnimmt, scheint zweifelhaft; im Herbst hat die alte Knospenspur an der Basis des letzten Triebes — in ihren jetzt stark verdickten Zellen mindestens ebenso viel Gerbstoff wie die Spur der jeweiligen terminalen Winterknospe. In bezug auf die Verdickung sei noch folgendes bemerkt: am 23. IV. 1911 sind die Membranen noch zart, am 5. V. 1911 sind sie z. T. verdickt, z. T. noch zart und am 23. VI. 1911 ist die Verdickung vollständig bei allen Zellen eingetreten.

Im jungen Triebe tritt bereits in der ersten Märzhälfte wieder eine Speicherung ein und zwar zunächst im Mark peripher

auf dem Bündel und in Zellreihen unter dem V. P., ferner in den Schuppen der neuen Winterknospe, in der Rinde und in der Bündelregion; gleichzeitig erscheinen im Mark Drusen oxalsauren Kalks. Mit dem Wachstum in die Breite nimmt im Laufe des Mai die Ablagerung in den Zellreihen des Marks unter dem V. P., dann aber — bis Ende Juni — auch in den Schuppen, der Rinde und auf dem Holzkörper zu; abgesehen von einem Konzentrationsunterschied ist damit in diesen Geweben der herbstliche Gerbstoffgehalt erreicht. Die im Laufe des Juli sich an A anschließende Partie c bekommt nur peripher einige Gerbstoffzellen; die merist. Kuppe des V. P. bleibt durch die ganze Periode ca. frei, die im Herbst in ziemlicher Anzahl vorhandenen jungen Laubblattanlagen speichern hauptsächlich in der Umgebung der Bündel; etwas auch in der Spreite mit Ausnahme des Blattrandes.

VI. Populus monilifera.

Die Winterknospe von Populus monilifera treibt erst ziemlich spät aus, Ende April etwa; an kräftigen Trieben können dann bis tief in den Sommer hinein Laubblattanlagen gebildet werden, normalerweise wird jedoch — an mittelstarken Trieben — im Laufe des Mai die neue Winterknospe angelegt; die Internodien sind dann noch weich und die ältesten Laubblätter beginnen sich zu entfalten. Parallel mit der Streckung und Ausbildung der Internodien und der Entfaltung der übrigen Blätter schreitet auch die Entwicklung der Knospe vor: sie streckt sich in die Länge und fährt am V. P. zunächst in der Bildung von Schuppen fort; etwa von Mitte Juli ab treten auch Laubblattanlagen auf. Im Herbst liegt dann die fertige Winterknospe vor; ich fand meist eine Achsenlänge — gemessen vom Ansatz der unteren Schuppen bis zum Protoderm des V. P. — von ca. 2 mm., ferner 10 und mehr Laubblattanlagen mit je 2 Nebenblättern, umgeben von etwa 8, fest mit einander verklebten Knospenschuppen.

Anatomisches: Die Markzellen des Internodiums, dem die Winterknospe aufsitzt, sind durchweg lebendig [1]) und mit zarter

1) vgl.: Berthold, Untersuchungen II. 1, p. 62 u. ff.

Membran versehen; mit Ausnahme der Oxalat führenden speichern sie im Herbst viel Stärke und auch Gerbstoff, dessen Konzentration in Zellreihen und einigen Schichten auf dem Holz stärker ist als im übrigen Mark. Etwa von der Ansatzstelle der ältesten Schuppen nach oben hin nehmen die Zellen allmählich an Größe ab und werden rundlicher; auch hier bleibt die Membran zart oder erscheint doch nur hier und da schwach verdickt; das Knospenmark (B) ist gegen das Internodiummark also durch keine weitere gewebliche Differenzierung abgesetzt. Den Abschluß an der Spitze bildet die merist. Kuppe des V. P. mit den Anlagen der jungen Laubblätter. Das Gewebe der inneren Schuppen bleibt zartwandig, in den äußeren — besonders in den äußersten — ist im Anschluß an das axillare Koll. eine koll. Verdikkung vorhanden; abgesehen von steinzellartigen Elementen sind auch in der Knospenrinde, besonders im oberen Teil und nach dem Bündel hin die Membranen unverdickt.

Stärke.

3. X. 1911. Knospenachse ca. 2 mm; noch voll belaubt. Stärke findet sich sehr viel (blauschwarz) in den Markzellen des Internodiums wie der Knospe — abgesehen von den Oxalatzellen; besonders intensiv ist die Färbung in der Partie unter dem V. P., hier treten die Krystalle zurück. Die tieferen Schichten der merist. Kuppe sind frei; im Protoderm dagegen und in der hypodermalen Schicht findet sich im mittleren Teil viel, seitlich, nach den Laubblattanlagen zu etwas weniger. Viel in der in der Stielpartie und am Hauptnerven der Laubblattanlagen, etwas weniger in der Spreite. Sehr viel in den inneren Schuppen; nur die Bündelregion erscheint heller; etwa mittel bis viel in dem mehr koll. Gewebe der ältesten Schuppen. Die Knospenrinde speichert sehr viel; weniger im axillaren Koll., die Gruppen von Steinzellen und die Leitbündelquerschnitte bleiben frei; weiter abwärts auch in der Rinde des Internodiums sehr viel Stärke, Kork und Fasern frei; außerhalb des Wundkorks der alten Blattstiele noch kräftig blau gefärbte Reste; viel auf dem Holz des Triebes; weniger im Bündelparenchym der Knospe bis hinauf unter die Laubblattanlagen.

4. X. 1911. B ca. 2 mm; Blattfall hat begonnen.

Die Färbung hat im ganzen — deutlich in der Triebrinde — an Intenſität abgenommen.

9. XII. 1910. B ca. 2 mm.

Viel in der Partie unter dem V. P.; im unteren Teil von A etwa $^2/_3$ der Zellen mit viel Stärke, das Mark des Internodiums hat etwas weniger. Die meriſt. Kuppe iſt in den unteren Schichten frei, im mittleren Teil des Protoderms ca. mittelviel, ſeitlich weniger. Eine kräftige Blaufärbung im Stiel und am Hauptnerven der Laubblattanlagen, ihre Spreite erscheint hellblau. Gut mittelviel in der unteren Hälfte der inneren Schuppen, weiter hinauf wenig; in den äußeren unter mittelviel, nur im unteren Teil. Die Knospenrinde hat ziemlich viel unter den inneren Schuppen bis hinauf unter die Laubblattanlagen, nach unten hin weniger. Die Koll.-Schichten der primären Triebrinde führen so gut wie keine Stärke, etwas bis mittelviel am Faserſtrang und im sek. Teil; im Holzkörper des Triebes ca. mittelviel, in der Bündelregion der Knospe wenig.

20, XII. 1911. B ca. 2 mm.

Viel in der Partie unter dem V. P., im unteren Teil von B über mittelviel in $^2/_3$ der Zellen; im Mark des Internodiums kleine feinkörnige Mengen, etwas mehr in einigen Schichten auf dem Bündel und im Bündel ſelber. Im Protoderm der meriſt. Kuppe etwas Stärke, die tieferen Schichten ſind frei; Laubblattanlagen wie am 9. XII. 1910, in der Spreite eine geringe Abnahme: Schuppen ebenfalls wie am 9. XII. 1910, dagegen iſt der Gehalt des unteren Teils der Knospenrinde zurückgegangen; geringe Mengen hier und da auf dem Bündel der Knospe. In der primären Rinde des Internodiums findet ſich nur unter den Lentizellen noch Stärke, etwas ferner in der sek. Rinde.

19. I. 1911; 18. I. 1912; B ca. 2 mm.

Der obere Teil von B hat mittel bis viel oder auch weniger, im unteren Teil knapp mittelviel etwa in der Hälfte der Zellen; im Mark des Internodiums von ca. 1 mm unter der Knospe an aufwärts nur noch sehr geringe feinkörnige Mengen, peripher in einigen Schichten und im Bündel etwas mehr; weiter abwärts keine Stärke. Spuren in den mittleren Zellen des Protoderms der merist. Kuppe, übrige Schichten frei. Eine deut-

liche Blaufärbung am Hauptnerven der Laubblattanlagen, in den Spreiten wenig; ca. mittelviel an der Basis der inneren Schuppen, weiter hinauf meist wenig oder keine Stärke; hier und da jedoch bis hoch hinauf noch etwa mittelviel. Gut mittelviel im oberen Teil der Knospenrinde, nach unten hin — zuletzt innen — schwindend, derart daß die Treibrinde — und ebenso der Holzkörper — von 1 bis 2 mm unter den letzten Schuppen an abwärts frei ist.

6. II. 1911. B ca. 2 mm.

Die merist. Kuppe des V. P. ist frei; in einigen Schnitten scheint die Partie unter dem V. P. gegen den 19. I. 1911 etwas zugenommen zu haben, ferner erstreckt sich die Stärke in Mark, Holz und Rinde etwas weiter abwärts als im Januar. Im übrigen keine wesentliche Änderung.

2. III. 1911. B ca. 2 mm.

Im unteren und oberen Teil von B vielleicht etwas mehr als am 6. II. 1911; etwa die Hälfte der Zellen im mittleren Mark des Internodiums, ferner einige pheriphere Schichten zeigen gut mittelviel Stärke. Die merist. Kuppe ist in alten Schichten frei. In den Laubblattanlagen mittel bis viel am Hauptnerven, weniger an den Nebennerven; in der Spreite wenig bis mittelviel. Die inneren Schuppen führen gut mittelviel bis über halbe Höhe; knapp mittelviel in der unteren Hälfte der äußeren; ziemlich viel Stärke findet sich in den Basen der inneren Schuppen resp. unter ihrer Basis in der Knospenrinde, wenig im axillaren Kollenchym; in der Triebrinde tritt unter den Lentizellen, ferner außerhalb der Fasern und im sek. Teil etwa mittelviel auf; Kork und Phellogen frei, im Kollenchym darunter sehr wenig. Auf dem Holz des Triebes unter mittelviel, Bündelregion der Knospe wie am 6. II. 1911.

23. IV. 1912 Austrieb; Knospenachse 3 bis 4 mm, die Spitzen der jungen Laubblätter ragen etwa 3 mm hervor.

Abgesehen von den Oxalat führenden — viel Stärke in allen Zellen des Internodiummarks; knapp mittelviel im unteren Teil von B, im oberen mittel bis viel. Die merist. Kuppe ist frei bis auf Spuren im mittleren Teil des Protoderms; keine Stärke in den jüngsten Laubblattanlagen, in den älteren etwas weniger

als am 2. III. 1911. Die inneren Schuppen führen kleine Mengen etwa bis zu halber Höhe, in der Knospenrinde darunter gut mittelviel; die äußeren Schuppen sind ca. frei, mittelviel in der Rinde an ihrer Basis, ca. sehr viel in der Triebrinde, der Holzkörper des Triebes hat nur geringe Mengen oder ist frei; ebenso die Bündelregion der Knospe.

28. IV. 1911. B ca. 4 mm.

In B — unten wie oben — ferner in der Knospenrinde und den Basen der inneren Schuppen etwas weniger als am 23. IV. 1912: im übrigen keine wesentliche Änderung.

5. V. 1911. Achse des jungen Triebes ca. 9 mm; Blätter eingerollt, alte Schuppen noch vorhanden.

In den Geweben des alten Triebes hat sich der Stärkegehalt seit dem 23. IV. 1912 kaum geändert; etwas an der Basis der älteren Schuppen, in den inneren wenig. Das Mark des neuen Triebes hat nur im untersten Internodium deutlich feinkörnige Mengen, weiter hinauf ist der Gehalt sehr gering. Die Rinde führt viel in der Stärkescheide, nach außen hin weniger, die äußersten Schichten ohne eine Speicherung; näher dem V. P. im ganzen etwas mehr. Die Bündelregion ist frei. Die merist. Kuppe zeigt Spuren im mittleren Teil des Protoderms; von den Blattbildungen am V. P. ist das jüngste stärkefrei, etwas findet sich im zweitjüngsten und nicht ganz mittelviel (rötlichblau) im Nervenparenchym der älteren. Bis hoch hinauf im Mark treten Oxalat-Drusen auf.

4. VI. 1912. Junger Trieb ca. 10 cm; die unteren Internodien beginnen steif zu werden; untere Blätter etwa fertig, jüngstes noch nicht entfaltet. Neue Winterknospe angelegt.

Im Mark des Triebes findet sich viel Stärke auf eine ganz kurze Strecke unter dem V. P., nach unten hin rasch schwindend derart, daß etwa von 1 mm unter dem V. P. abwärts keine Stärke mehr auftritt. Die merist. Kuppe zeigt ca. viel im mittleren Teil des Protoderms, seitlich weniger; z. T. auch in der ersten und zweiten hypodermalen Schicht geringe Mengen. Gut mittelviel, z. T. bis oben hin, in den äußersten Schuppen, etwa mittelviel am Bündel der inneren; die jüngste Blattbildung ist frei. Abgesehen von der Stärkescheide in den Rindenschichten sonst etwas mehr als am 5. V. 1911. — Unter den Meristemen und in den Blattbildungen der Seitenknospen tritt ebenfalls Stärke auf.

3. und 4. VII. 1911 B ca. 1 mm; letzte Internodien noch nicht hart, alle Blätter entfaltet.

Im oberen Teil von B viel, im unteren geringe Mengen oder keine Stärke; das Mark des Internodiums hat nur ganz oben — in einer etwa 1 mm breiten Zone unter der Knospe — mittelviel; in einem schwachen Trieb hier ziemlich viel, auch noch etwas weiter abwärts. Meriſt. Kuppe wie am 4. VI. 1912; bis mittelviel in dem mittleren Gewebe der inneren Schuppen; in den äußerſten ziemlich viel zwischen Kork und Bündel, besonders an der Unterseite. Die Rinde des Internodiums führt viel in der Region der früheren Stärkescheide, weiter nach außen hin gut mittelviel. In der sek. Rinde des Triebes sowie auf dem Holzkörper nur wenig Stärke.

26. VII. 1911 B ca. 1,5 mm; Trieb im ganzen fertig.

Sehr viel im Mark des Internodiums, ebenso im oberen Teil von B; im unteren in gut der Hälfte aller Zellen dunkelblau gefärbte Stärke. V. P. wie am 4. VI. 1912. Am Hauptnerven der Laubblattanlagen mittelviel, im Stielwulſt und in der Spreite weniger: die jüngſten führen wenig. In den inneren Schuppen kleinere Mengen an der Baſis; viel im mittleren Gewebe der äußerſten bis oben hinauf. Die Knospenrinde beginnt unter den Schuppen und Laubblattanlagen zu speichern, sehr viel findet ſich in der primären Rinde des Internodiums, bedeutend weniger — aber auch dunkelblau — im sek. Teil und auf dem Holz.

28. VIII. 1912 B 1,5 bis 2 mm.

Auch im unteren Teil von B jetzt sehr viel Stärke; in den inneren Schuppen der Laubblattanlagen hat die Menge nicht wesentlich zugenommen. In den übrigen Geweben iſt das Maximum des Herbſtes etwa wieder erreicht. — Ein kräftigerer Trieb zeigt im Mark des Triebes etwa 2 mm unter der Knospe noch nicht in allen Zellen viel Stärke.

Eine Untersuchung der alten *Knospenspur* an der Baſis des letzten Triebes ergab folgendes:

4. VI. 1912. Im alten Mark in einigen Zellen geringe feinkörnige Stärkemengen; im jungen Mark gut mittelviel, mit Ausnahme der peripheren Schichten die weniger zeigen. Alter wie neuer Holzkörper ſind frei; in der primären und sek. Rinde des alten Triebes dagegen über mittelviel.

26. VII. 1911. Abgesehen von den Oxalatzellen — sehr viel in Mark und Rinde des alten und neuen Triebes; dunkelblau gefärbte Stärke auf dem primären Holz, im sek. Teil wenig oder keine Färbung.

3. X. 1911. Auch im sek. Holzkörper etwas Stärke (dunkelblau); sonst gegen den 26. VII. 1911 keine Änderung.

4. XI. 1911, Die Intensität der Färbung hat etwas abgenommen, vornehmlich im Mark des unteren Teiles der Spur und in den Rindenpartien.

20. XII. 1911. In einigen Markzellen des alten Triebes geringe feinkörnige Mengen; wenig auf seinem Holz und in der sek. Rinde, im primären Teil hier und da noch Reste an den Fasern; Mark des neuen Triebes und der Spur ohne Stärke. Viel im primären Holz der Spur, gut mittelviel in der sek. Rinde; im primären Teil tritt hier sowie im neuen Trieb keine Speicherung mehr auf; sehr geringe Mengen in der sek. Rinde und auf dem Holz des jungen Triebes.

18. I. 1912. In einigen Markzellen des alten Triebes und auf dem Holz scheint die Menge etwas zugenommen zu haben.

23. IV. 1912. Viel bis sehr viel in Mark- und Rindenteilen; in der Rinde Komplexe abgestorbener Zellen; dunkelblau gefärbte Stärke auf dem Holz.

Gerbstoff.

7. XI. 1910; 3. XI. 1911 B ca. 2 mm.

Abgesehen von den Oxalat führenden Zellen, tritt im Mark des Internodiums der Gerbstoff in zwei verschiedenen Konzentrationen auf: in Zellreihen — im mittleren Teil und peripher auf dem Holz — als rotbrauner, in den übrigen Zellen als gelbbräunlicher Niederschlag; dabei machen die Zellen mit rotbrauner Fällung etwa $^2/_6$, diejenigen mit gelbbräunlicher ca. die Hälfte des gesamten Marks aus und das letzte Sechstel ist mit Kryställ-Drusen angefüllt. Im Knospenmark (B) — etwa von der Ansatzstelle der äußersten Schuppen ab — lösen sich die stark gerbstoffhaltigen Zellreihen in Gruppen auf; und zwar erscheinen hier ca. $^2/_5$ des Gewebes rotbraun, $^2/_5$ gelbbräunlich und im Rest findet sich Oxalat. Die merist. Kuppe des V. P. führt gleich-

mäßig in allen Schichten einen gelbbräunlichen Niederschlag; mittelviel (gelbbräunlich) im Gewebe der Laubblattanlagen, hypodermal am Hauptnerven mehr; viel (dunkelrotbraun) in drei bis vier Schichten hypodermal an der Unterseite und in zwei Schichten an der Oberseite der Schuppen, ferner in Zellgruppen des mittleren Teils; der Rest der Zellen mit gelbbrauner Fällung, Oxalatdrusen nur wenig. In den äußersten Schuppen im allgemeinen etwas mehr, z. T. auch in den steinzellartigen Geweben Gerbstoff; im unteren Teil der Knospenrinde überwiegen die Zellen mit viel (rotbraun), weiter hinauf herrscht dagegen die gelbbraune Fällung vor. Die Rinde des Internodiums führt viel (rotbraun), im Kork; in zwei bis drei Koll.-Schichten unter dem Phellogen, ferner in reichlich der Hälfte der übrigen Zellen; Fasern sowie Phellogen und z. T. auch die Steinzellen sind frei; im Rest mittelviel. Die Bündelregion der Knospe erscheint gelbbräunlich, etwas mehr (braun) auf dem Holze des Internodiums.

23. IV. 1912. Antrieb; die jungen Blätter ragen mit ihren Spitzen 3 bis 4 mm hervor; Knospenachse ca. 3 bis 4 mm.

Die Zellen des Knospen- und Internodiummarks mit mittelviel (gelbbräunlich) sind jetzt ohne Gerbstoff, ferner hat in den übrigen die Konzentration etwas abgenommen; in der merist. Kuppe, in den inneren Schuppen — z. T. auch in den äußersten —, in Knospen- und Triebrinde und in der Bündelregion ist weniger Fällung vorhanden als am 3. XI. 1911; vornehmlich sind die Vorräte der Zellen mit mittelviel angegriffen, in den übrigen ist die Abnahme nicht so deutlich.

1. V. 1911. Junger Trieb ca. 4 bis 5 mm; Blätter eingerollt.

Im Mark des jungen Triebes treten bereits Zellkomplexe — parallel der Triebachse in die Länge gezogen — mit braungrauer Fällung auf; in den übigen Zellen — abgesehen von den Oxalat führenden — etwas schmutzig-bräunlicher Niederschlag. Die merist. Kuppe samt den jüngsten Blattbildungen erscheint bräunlich-rötlich gefärbt. In der Rinde des neuen Triebes haben einige hypodermale Schichten, ferner Zellgruppen weiter innen mittelviel (bräunlichgelb); die Epidermis und das übrige Gewebe sind leicht gelblich gefärbt; auch in der Bündelregion bereits Gerbstoff (gelbbräunlich).

1. VI. 1911. Spur der ausgetriebenen Knospe.

Im alten Mark findet sich in Zellreihen ein gelber bis braunroter Niederschlag, ebenso in der Spur; im Mark des jungen Triebes darüber in Zellreihen und peripheren Schichten auf dem Holz eine schmutzig gelb bis braunschwarze Färbung. Die übrigen Markzellen führen keinen Gerbstoff; viel Oxalat. Der Holzkörper ist ebenfalls frei. Rinde wie am 23. IV. 1912.

23. VI. 1911. Letzte Internodien noch nicht hart; an kräftigen Trieben noch nicht alle Blätter entfaltet.

Im ganzen ist bereits die definitive Verteilung des Gerbstoffs erreicht, in der Konzentration sind hauptsächlich die Zellen, in denen im Herbst ein bräunlichgelber Niederschlag auftritt, noch zurück; hier erfolgt also noch eine Zunahme.

23. VI. 1911 Spur an der Basis des jungen Triebes.

In den Zellreihen mit viel Gerbstoff im alten Mark und in der Spur hat die Konzentration seit dem 1. VI. 1911 zugenommen; ein gelbbräunlicher Niederschlag ist in den übrigen Markzellen noch nicht wieder vorhanden. In Zellreihen des jungen Triebmarks zeigt die Fällung jetzt eine gelbbräunliche Farbe; sonst wie am 1. VI. 1911.

Zusammenfassung.

In bezug auf *Stärke* zeigt die Winterknospe im Herbst ein Maximum; Mark, Laubblattanlagen, Schuppen, ferner Rinde und Holzparenchym sowie die Gewebe des Internodiums unter der Knospe führen sehr viel Stärke; in den unteren Schichten der merist. Kuppe findet sich bei Populus monilifera keine Speicherung, dagegen viel im Protoderm und in einer hypodermalen Schicht und zwar vornehmlich im mittleren Teil, seitwärts weniger; Phellogen, Kork und Fasern und die steinzellartigen Elemente bleiben durch das ganze Jahr frei. Anfang November macht sich in der Rinde des Triebes ein geringer Rückgang bemerkbar und bis zum Dezember ist in Mark, Rinde und Holzparenchym des Internodiums, im unteren Teil von B, in den Schuppen und in der Rinde an ihrer Basis bereits eine erhebliche Abnahme eingetreten; das Protoderm des V. P. und die jungen Laubblattanlagen haben weniger, der obere Teil von B hat nur sehr wenig

verloren. Im Verlaufe des Dezember nimmt dann hauptsächlich Mark und Rinde des Internodiums, ferner der untere Teil des Knospenmarks (B) weitar ab, in geringerem Maße die übrigen Gewebe; so wird etwa Mitte Januar das winterliche Minimum erreicht; im Protoderm des V. P. ist die Stärke ca. geschwunden, ebenso im Mark, Holz und Rinde des Internodiums bis auf geringe Mengen unter der Knospe; knapp mittelviel findet sich in etwa der Hälfte der Zellen des unteren Teiles von B, wenig im unteren Teil der Knospenrinde; der Gehalt der Laubblattanlagen und Schuppen, sowie der oberen Hälfte von Knospen — Mark — und Rinde ist weniger angegriffen. Nun erfolgt im Laufe des Februar und März eine Regeneration der Stärke und zwar zunächst in Mark und Rinde des Internodiums, weiterhin auch in Mark, Laubblattanlagen, Schuppen und Rinde der Knospe. Im April wird das Maximum des Frühlings erreicht; es finden sich wieder erhebliche Mengen in allen Teilen, jedoch erlangt die Knospe — besonders im unteren Teil von B, in den Schuppen und im Protoderm des V P. — den ursprünglichen Gehalt des Herbstes nicht wieder. Beim Austrieb, Ende April und Anfang Mai, wird dann das Reservematerial verbraucht; in Mark und Schuppen der Knospe schwindet die Stärke, während die Vorräte des alten Triebes vorläufig noch unberührt bleiben.

Im neuen Trieb tritt zuerst in der Stärkescheide der Rinde, darauf hoch oben im Mark unter dem V. P., im Protoderm der merist. Kuppe und in den ältesten Schuppen eine Speicherung ein. Im Laufe des Juni nimmt die Menge in der Rinde und im oberen Teil von B zu; Ende des Monats zeigen auch die inneren Schuppen, ferner das Internodium-Mark unter der Knospe Stärke, während der untere Teil von B erst im Juli zu speichern beginnt; die Laubblattanlagen sind nur im jüngsten Stadium frei. Im August erfolgt schließlich die weitere Anhäufung von Reservematerial und Ende des Monats ist an mittelkräftigen Trieben der definitive Zustand im ganzen wieder gegeben.

Beim Austrieb der Winterknospe werden die Vorräte des alten Triebes erst in der zweiten Hälfte des Mai angegriffen und zwar geht zunächst der Gehalt des Holzkörpers und Marks, dann auch — Anfang Juni — der der alten Rinde zurück; in

der Markbasis über der Spur findet sich zu dieser Zeit gut mittelviel, mit Ausnahme der peripheren Schichten. Ende Juli ist in den Geweben des alten Triebes der Verlust bereits ersetzt; im sek. Holz jedoch noch keine Speicherung. Anfang November beginnt darauf die Intensität der Färbung nachzulassen und Anfang Januar etwa liegt das winterliche Minimum vor: geringe feinkörnige Mengen in Mark, Rinde und Holzkörper des alten Triebes; Mark der Spur und des neuen Triebes ohne Stärke, dagegen viel auf dem primären Holz der Spur. Im Laufe des Februar, März und April erfolgt dann die Regeneration derart, daß Ende April Mark, Rinde und Holzkörper wieder mit Reservematerial vollgepfropft sind.

Auch für den *Gerbstoff-Gehalt* liegt das Maximum im Herbst; er tritt, nach der Behandlung mit $K_2 Cr_2 O_7$, in zwei verschiedenen Fällungen auf; einmal als rotbrauner Niederschlag in Zellreihen bezw. Gruppen in Mark und Rinde von Internodium und Knospe, ferner am Hauptnerven der Laubblattanlagen und in den Schuppen; dann als gelbbräunlicher Niederschlag in Mark- und Rindengewebe und auf dem Holz, in der merist. Kuppe des V. P. in Laubblattanlagen und Schuppen und sogar in einzelnen noch nicht fertigen Steinzellen. Diese Verteilung bleibt durch den Winter erhalten; während des Austriebs zeigt sich bei Populus monilifera jedoch eine Abnahme: im letzten Drittel des April ist die gelbbräunliche Fällung geschwunden und in den gerbstoffreichen Zellen hat die Konzentration abgenommen; dieser Verlust wird erst im Laufe des Juli bis zum Herbst hin allmählich ersetzt.

Im jungen Trieb tritt schon früh im Mai eine Speicherung auf, besonders in Zellkomplexen des Marks, dann auch — in geringerer Menge — in den übrigen Markzellen, der merist. Kuppe, den jüngsten Blattbildungen, in der Rinde und der Bündelregion; so ist bereits Ende Juni die definitive Verteilung im wesentlichen erreicht, in der Konzentration sind vornehmlich die Zellen, die im Herbst den gelbbräunlichen Niederschlag zeigen, noch zurück.

VII. Cornus Mas.

Die Winterknospe von Cornus Mas (Fig. VI.) treibt etwa im letzten Drittel des April aus, zu gleicher Zeit bildet — an mittelstarken Trieben — der V. P. ein Paar Blattbildungen, aus denen weiterhin die Schuppen für die nächste Knospe hervorgehen. Im Laufe des Mai streckt sich nun der junge Trieb kräftig in die Länge und entfaltet seine ersten Laubblattpaare, die Internodien bleiben vorläufig noch weich; das Mark ist anfangs insgesamt lebendig und erst im Juni beginnt, von der Basis des letzten Internodiums an abwärts, die mittlere Partie allmählich abzusterben. Währenddem wächst das Schuppenpaar der jungen Knospe heran, die junge Markanlage (c) grenzt sich nach unten hin ab und am V. P. werden die ersten Laubblattanlagen sichtbar. Bis Ende Juli schreitet darauf die Entwicklung des Triebes ihrem Ende zu: die Internodien — abgesehen vom vorletzten — sind jetzt hart und die Blätter im wesentlichen fertig; die Knospe ist erheblich gewachsen und am V. P. sind weitere Blattbildungen entstanden. Im Herbst liegt dann die definitive Winterknospe vor; das eine Schuppenpaar umschließt meist 3 Laubblattanlagen, die Achse des jungen Marks (c) mißt im Durchschnitt 0,4 bis 0,5 mm, und das letzte Internodium fand ich meist ca. 1,5 mm lang.

Anatomisches: Im Mark (m) des letzten Internodiums nehmen die Zellen gegen die Basis der Knospe hin allmählich an Größe ab; die Membranen erscheinen — abgesehen von den Oxalatzellen — sowohl in mehreren Schichten auf dem Bündel als auch im mittleren Gewebe schwach koll. verdickt und verholzt, jedoch findet sich unter m eine periphere unverholzte Zone; im Herbst findet sich im Mark sehr viel Stärke und in etwa der Hälfte der Zellen auch viel Gerbstoff; weiter abwärts im Trieb — in n — stirbt das mittlere Gewebe ab und nur die peripheren Schichten bleiben lebendig. An die mit m bezeichnete Partie schließt sich nach oben hin die Markanlage (c) für den jungen Trieb an; die Zellen sind hier kleiner; bleiben zartwandig und es findet sich meist viel Stärke, Gerbstoff dagegen nur peripher in sehr geringer Mange; in (c) auch eine kräftige Chlorophyllfärbung. Den Abschluß der Knospe bildet dann die merist.

Kuppe des V. P. mit den Anlagen der Laubblätter. Die Membranen des Schuppengewebes sind im ganzen schwach verdickt, nur hypodermal an der Außenseite nach der Basis zu — anschließend an die entsprechenden Schichten der Rinde — werden sie koll. und die Zellen erscheinen etwas in die Länge gezogen. — Eine Chlorophyllfärbung findet sich in den lebendigen Geweben des Marks (m und n), ferner in c, in den Schuppen, in den Laubblattanlagen und in den Schichten der Rinde, ausgenommen die Epidermis.

Im Mark der alten Spur an der Basis des letzten Triebes bleiben die peripheren Schichten sowie in der mit m bezeichneten Partie auch einige Zellgruppen des mittleren Teiles lebendig; sie sind mit stark verdickter Membran versehen und speichern viel Stärke und Gerbstoff.

Stärke.

3. und 4. X. 1911 m + c ca. 2 mm, c ca. 0,5 mm; volle Belaubung.

Unter dem letzten Internodium des Triebes — in n — ist das mittlere Mark abgestorben, es finden sich Oxalatdrusen in Gruppen und kurzen Reihen; einige periphere Schichten sind lebendig und haben sehr viel Stärke. Weiter hinauf, im letzen Internodium (m) unter der Knospe, in gut $^4/_5$ der Zellen viel; in c erscheint das ganze Gewebe dunkelblau gefärbt. In der merist. Kuppe des V. P. seitlich gut mittelviel (kräftig blau), in der mittleren Partie weniger, Protoderm frei. In den Haarbildungen der Knospe keine Stärke, viel in den jungen Laubblattanlagen hypodermal im Stielwulst — in der Epidermis wenig — und bis zu halber Höhe am Hauptnerven, gut mittelviel in der Umgebung der Seitennerven in der Spreite. Die beiden Schuppen zeigen — ausgenommen Oxalatzellen und Bündel — mittel bis viel im mittleren Gewebe, nach der Spitze hin weniger. Ebenfalls mittel bis viel hat die Rinde des letzten Internodiums, daneben große Mengen von Krystallen; weiter abwärts viel bis sehr viel in der Rinde, — abgesehen von den mit Oxalat angefüllten Partien, den Fasern und der Epidermis samt den Haaren. Viel auf dem Holz neben n, weiter hinauf etwas weniger.

30. X. 1911. m + c ca 2 mm, c ca. 0,5 mm; noch einige grüne Blätter vorhanden.

So gut wie keine Änderung, vielleicht in der Rinde an der Basis der Schuppen etwas weniger als am 3. X. 1911.

21. XI. 1910. m + c knapp 2 mm, c ca. 0,4 mm, keine Blätter mehr vorhanden.

Mittel bis viel in der jungen Markanlage (c); die merist. Kuppe ist ohne Stärke. Die Laubblattanlagen zeigen wenig im Stielwulst und am Hauptnerven, in der Rinde des Triebes — in der Höhe von n — wenig in den hypodermalen Schichten, weiter nach innen hin gut mittelviel; m sowie die peripheren Markschichten darunter, ferner Schuppen und Rinde des letzten Internodiums haben ihre Speicherung seit dem Herbst kaum geändert; Holzkörper des Triebes ca. frei.

9. XII. 1910. m + c ca. 2 mm, c ca. 0,4 mm. Über mittelviel in m vornehmlich in den peripheren Schichten, im mittleren Gewebe viel Oxalat; einige Schnitte zeigen im peripheren Mark unter dem letzten Internodium eine etwa 1 mm breite stärkeärmere — unverholzte — Zone, weiter abwärts wieder viel. Die Markanlage führt gut mittelviel, die merist. Kuppe keine Speicherung und die Laubblattanlagen sind ziemlich frei. Die Schuppen haben viel in mehreren Schichten am Bündel, nach oben hin abnehmend, weniger im übrigen Gewebe. In der Rinde des letzten Internodiums viel in einigen Zellagen am Bündel, weiter abwärts nur sehr wenig oder keine Stärke. Der Holzkörper des Triebes ist frei; auch im Meristem einer Seitenknospe samt seinen Blattbildungen tritt keine Blaufärbung ein.

20. XII. 1911 m + c etwa 2 mm, c ca. 0,5 mm. Die stärkeärmere Zone im peripheren Mark unter dem letzten Internodium tritt hier nicht so hervor; viel in c, ebenso am Hauptnerven und im Stielwulst der Laubblattanlagen; in der merist. Kuppe in den tieferen Schichten besonders seitlich etwas; in m ist die Färbung intensiver als am 9. XII. 1910, sonst Übereinstimmung mit vorhergehendem Präparat.

16. I. 1911 m + c etwa 2 mm, c ca. 0,4 mm. In der peripheren Markzone unter dem letzten Internodium sehr wenig, weiter abwärts in einigen Schichten am Bündel eine dunkelblaue

Färbung: die oberſten verholzten Zellen im peripheren Mark auch noch mit wenig Stärke. Im unteren Teil von m nur peripher, nach oben zu auch im mittleren Gewebe etwa mittelviel; in c gut mittelviel in allen Zellen. Die meriſt. Kuppe hat keine Stärke; die Laubblattanlagen sehr wenig im Stielwulst und am Hauptnerven; im unteren Teil der Schuppen eine kräftige Blaufärbung am Bündel, nach der Spitze hin weniger. Die Rinde des Triebes zeigt nur im letzten Internodium etwas in den Schichten am Bündel, der Holzkörper ist frei.

17. I. 1912 m + c etwa 2 mm, c ca. 0,5 mm. In den peripheren Markschichten von n, in m, in c und den Laubblattanlagen ist die Färbung intensiver als am 16. I. 1911; sonst kein wesentlicher Unterschied.

6. II. 1911 m + c gut 2 mm, c ca. 0,5 mm. Sehr viel in den peripheren Markschichten von n, in der unverholzten Zone weniger viel — die Oxalatzellen ausgenommen — in m. c hat ziemlich viel, es erscheint heller blau gefärbt als m; die merist. Kuppe ist frei, über mittelviel im Stielwulst und am Hauptnerven der Laubblattanlagen, jedoch nicht sehr weit hinauf. Die Schuppen im mittleren Gewebe kräftig blau; ebenso die Rindenschichten an den Fasern im letzten Internodium, nach außen hin weniger; weiter abwärts im Trieb ist die Rinde frei. Auf dem Holz seitlich n kleine Mengen (dunkelblau), höher hinauf keine Stärke.

2. III. 1911. m + c etwa 2 mm c 0,5 bis 0,6 mm.

In c, den Laubblattanlagen und am Bündel der Schuppen, ferner in der Rinde des letzten Internodiums hat die Intensität der Färbung zugenommen; auch finden sich weiter abwäts in den inneren Rindenschichten des Triebes jetzt kleine Stärkemengen; sonst wie am 6. II. 1911.

20. III. 1911. m + c 2 bis 2,5 mm, c ca. 0,7 mm; Schuppen beginnen auseinander zu weichen.

Gegen den 2. III. 1911 hat die Stärke im mittleren Teil von m, in der Rinde des letzten Internodiums und in den Schuppen etwas abgenommen; sonst keine wesentliche Änderung.

21. IV. 1911. m ca. 2 mm, Achse des jungen Marks ca. 3,5 mm. Austrieb; der junge Trieb zeigt zwei Internodien, die größten Laubblätter sind gut 2 cm lang und beginnen sich zu entfalten.

In den peripheren Schichten von n etwa viel, unter m eine stärkeärmere (unverholzte) Zone; im letzten Internodium peripher in einigen Schichten mittelviel (kräftig blau), im mittleren Gewebe nur sehr geringe Mengen, ganz oben unter c etwas mehr. Auf dem Holz neben m und n kleinere Mengen (dunkelblau); in der Rinde viel in einigen inneren Schichten; nach außen hin rasch abnehmend; die alten Schuppen sind frei. — Das Mark des jungen Triebes hat viel im unteren Internodium, im oberen dagegen nicht so viel. Die merist. Kuppe des V. P. ist frei, ebenso die noch sehr jungen Schuppenanlagen für die nächste Winterknospe. Große Mengen in der Stärkescheide der Rinde, nach außen hin abnehmend; innerhalb der Stärkescheide und auf dem Bündel keine Speicherung.

22. V. 1911. Trieb etwa 8 cm. lang; drei Blattpaare, unterstes Internodium beginnt hart zu werden; Schuppen an der alten Spur z. T. noch vorhanden.

Im Mark des jungen Triebes ziemliche Mengen (kräftig blau), unter dem V. P. etwas mehr; Die merist. Kuppe ist frei, ebenso die Anlagen des ersten Laubblattpaares; ca. viel in den Schuppen im Stielwulst und am Hauptnerven vornehmlich im unteren Teil, nach der Spitze hin weniger. Viel in der Rinde, abgesehen von den äußeren Schichten; die Epidermis samt den Haaren ist frei, ebenso die Bündelregion.

29. VI. 1911 m + c etwa 2 mm, c ca. 0,4 mm. Vorletztes Internodium weich, obere Blattpaare noch nicht fertig.

Unterhalb des letzten Internodiums ist das mittlere Mark abgestorben; in den peripheren Schichten sehr viel Stärke. Ebenfalls sehr viel in m, ausgenommen die Oxalat-Zellen; in c erscheint die Färbung heller. Die merist. Kuppe ist frei bis auf etwas seitlich hypodermal; etwas in den Laubblattanlagen am Hauptnerv und im Stielwulst; nach der Spitze hin keine Stärke. Viel in den Schuppen und ebenso in der Rinde, in den äußeren Schichten des letzten Internodiums etwas weniger; die Epidermis bleibt frei bis auf die Schließ-Zellen, die dunkelblau gefärbt erscheinen. Kleine Mengen (kräftig blau) finden sich auch in der Region der Bündel.

25. VII. 1911. m + c ca. 2 mm, c ca. 0,5 mm; letztes Internodium noch nicht hart.

Die Stärkemenge hat allgemein noch zugenommen; auch in den tieferen Schichten des V. P. jetzt etwas; die jüngsten Laubblattanlagen sind frei, in den älteren etwa mittelviel im Stielwulst und am Hauptnerven, nach der Spitze hin weniger.

Bezüglich der *Spur der alten Knospe* ergibt sich folgendes:

27. IV. 1911; neuer Trieb ca. 9 mm, zwei Blätter entfaltet. Etwa viel in 2 bis 3 peripheren Schichten von n, unverholzte Zone stärkefrei. In m nur peripher etwas, sehr wenig auf dem Holz, viel in der Rinde auf der Höhe von m in etwa drei Schichten außerhalb der Fasern, weiter abwärts nur in ein bis zwei Schichten, im übrigen Gewebe keine Speicherung. Gut mittelviel im jungen Mark über der Spur; Rinde s. oben.

3. VI. 1912, Junger Trieb ca. 10 cm; unterstes Internodium beginnt hart zu werden. Markzellen in der Spur haben z. T. schon verholzte Membranen.

Viel in den peripheren Markschichten des alten Triebes, einige Schnitte zeigen in der unverholzten Zone weniger; der Holzkörper neben m ist frei, dagegen auf dem primären Holz neben n dunkelblau gefärbte Stärke. In der Rinde des vorletzten Internodiums findet sich ca. viel, weiter hinauf etwas weniger. Etwa mittelviel im Mark der Knotenregion des jungen Triebes, ferner im unteren Markteil des Internodiums über der Spur — abgesehen von den peripheren Schichten.

4. X. 1911. Sehr viel in den verdickten peripheren Markschichten des alten und neuen Marktriebes und in Zellgruppen — ebenfalls mit verdickter Membran — im mittleren Gewebe von m. Auch Holz und Rinde, mit Ausnahme der Epidermis, speichern sehr viel.

20. XII. 1911. In der Rinde des alten Triebes ist die Stärke geschwunden, auf dem Holz vielleicht etwas weniger als am 4. X. 1911; sonst keine Änderung.

11. III. 1912. Im alten Trieb speichern die inneren Rindenschichten gut mittelviel; im jungen Trieb auch in den hypodermalen Schichten wieder Stärke.

Gerbstoff.

7. XI. 1910 m + c ca, 2 mm, c etwa 0,5 mm. Im Mark des Triebes findet ſich in mehreren peripheren Schichten ein braunſchwärzlicher Niederſchlag; im mittleren Teil iſt das Gewebe abgeſtorben bis auf Zellgruppen und kurze Reihen unter und im letzten Internodium; hier lösen ſich die Reihen auf, und etwa die Hälfte aller Zellen hat eine Fällung (etwas heller als in den Schichten von n). In c nur peripher ein ſchwacher Niederſchlag — villeicht im mittleren Teil Spuren (grau) —, der gegen die meriſt-Kuppe hin ſchwindet; der V. P. iſt ca. frei, etwas (gelb) findet ſich in den Laubblattanlagen besonders unterseits in der Umgebung des Hauptnerven und hypodermal im Stielwulſt. In den Schuppen zeigt ſich in der Epidermis eine rotbraune und im mittleren Gewebe eine etwa graubraune Fällung. In der Rinde neben c iſt die Epidermis frei, 2 bis 3 hypodermale Schichten erscheinen braun, auf den Bündeln ca. zwei Schichten gelbbraun — etwas weiter hinauf gegen die Kuppe, als im Mark. Im Trieb erscheint die Rinde der Epidermis rotbraun, das koll. Gewebe darunter — nach innen hin abnehmend — und die Schichten an den Fasern etwa ſchmutzig braungelb; auf dem Holzkörper tritt kein Gerbſtoff auf oder doch nur sehr geringe Mengen auf den primären Gefäßen, in einigen Schnitten gegen die Knospe hin mehr (bräunlich). In den Haarbildungen der Knospe meiſt viel Niederſchlag (rotbraun oder heller), weniger oder keine Fällung in denjenigen der Rindenepidermis. Oxalat findet ſich in einzelnen Zellen in kurzen Zellreihen des Marks, ferner in den Schuppen und besonders in großen Mengen in der Rinde des Triebes.

23. IV. 1911. Knospe ausgetrieben; Länge der jungen Achse ca. 6 mm, zwei Blätter entfaltet; alte Schuppen noch vorhanden.

Beim Austrieb ändert ſich die Verteilung des Gerbſtoffs in der alten Spur nicht; die Konzentration geht jedoch allgemein zurück — besonders in den mittleren Zellen von m, ferner in den Laubblättern — derart, daß der Niederſchlag in den alten Internodien jetzt etwa schmutzig braungrünlich gefärbt iſt. Im Mark des jungen Triebes in einigen pheripheren Schichten etwa

mittelviel (grau-grünlich), etwas mehr (braun-grünlich) in Zellgruppen und kurzen Reihen der basalen Knotenregion anschließend an die alte Spur; ferner schwach gelbe Tröpfchen in vereinzelten Zellen unmittelbar unter dem V. P. — in einer Zone, die sich an das periphere Mark ansetzt; vielleicht die Anlage von m —, das gesamte übrige Mark ist frei. Die merist. Kuppe nebst den Anlagen der Schuppen für die nächste Winterknospe erscheint grünlich-gelb; ca. mittelviel (grau-bräunlich) in einigen hypodermalen Schichten und an den Fasern der Rinde, gegen die Knospe hin etwas zunehmend; die Epidermis führt sehr wenig und die Bündelregion ist frei. Die Haarbildungen über dem V. P. zeigen einen gelb-grünen Inhalt, die der Rindenepidermis haben wenig oder sind frei von Gerbstoff.

1. V. 1911. Junge Winterknospe.

In den jungen Schuppen — besonders an der Basis — tritt hypodermal an der Unter- und Oberseite in einer Zellschicht Gerbstoff (bräunlich) auf; sonst gegen den 23. IV. 1911 keine wesentliche Änderung.

1. VI. 1911. Trieb ca. 10 cm; unterstes Internodium beginnt hart zu werden.

Ein schmutzig grün-brauner Niederschlag in den peripheren Schichten von n; in m peripher mehr (braun), im mittleren Gewebe etwa dieselbe Färbung wie in n; kräftigere Triebe haben hier bedeutend weniger. Die merist. Kuppe erscheint grünbräunlich in den Laubblattanlagen hypodermal im Stielwulst und an der Unterseite, ferner am Hauptnerven eine braune Fällung. Die Schuppen haben gut mittelviel (schmutzig braun-grün); in der Rinde des Triebes führt die Epidermis einen bräunlich-rötlichen Niederschlag; mittelviel (schmutzig grün-braun) in den hypodermalen Schichten und an den Fasern; die Bündelzone ist frei. In den Internodien unter der Basis des jungen Triebes ist seit dem Austrieb keine Änderung eingetreten; die in der Knotenregion am oberen Ende des letzten alten Internodiums (m) befindlichen Gruppen gerbstoffhaltiger Zellen — s. 23. IV. 1911 — haben sich zu längeren Reihen ausgezogen unter Abnahme der Konzentration ihres Inhalts.

26. VII. 1911. m + c ca. 2 mm, c knapp 0,4 mm.

Bezüglich der Verteilung und Konzentration des Gerbstoffs ist der herbstliche Zustand etwa wieder erreicht. — Im letzten Internodium des alten Triebes hat in den gerbstoffhaltigen Zellen eine kräftige Verdickung der Membranen eingesetzt; ebenso in den Zellreihen in der jungen Triebbasis. Die Konzentration hat allgemein wieder zugenommen (Farbe jetzt mehr ausgesprochen braun). Auf dem primären Holz des alten Triebes keine Fällung; auf dem sekundären dagegen ein brauner Niederschlag, nach innen hin allmählich schwindend.

Zusammenfassung.

Die Gewebe der Winterknopse und der Internodien darunter führen im Herbst ein Maximum an *Stärke;* sehr viel in den peripheren Markschichten — im letzten Internodium auch im mittleren Mark — sowie auf dem Holz und in der Rinde des Triebes, ausgenommen die Epidermis neben c, ferner große Mengen im Knospenmark (c), im V. P; mit Ausnahme des Protoderms, in den Laubblattanlagen und in den Schuppen; die Haarbildungen bleiben frei. Dieser Zustand bleibt bis in den November hinein erhalten, Ende des Monats ist jedoch in der Markanlage (c), in den Laubblattanlagen, auf dem Holz und im vorletzten Internodium auch in der Rinde ein deutlicher Rückgang bemerkbar; die merist. Kuppe ist frei, dagegen zeigt sich im Mark des Triebes (n und m), ferner in den Schuppen und in der Rinde des letzten Internodiums kaum eine Abnahme. Im Laufe des Dezember schwindet die Stärke nun weiter und etwa in der ersten Hälfte des Januar wird das Minimum des Winters erreicht: die merist. Kuppe und der Holzkörper sind frei; sehr wenig in der schmalen peripheren unverholzten Markzone unter dem letzten Internodium, in den Laubblattanlagen und in der Rinde des Triebes; das Mark in m und c hat weniger eingebüßt, ebenso die Schuppen und in den peripheren Schichten von n ist — abgesehen von den obersten verholzten Zellen, hier weniger — sogar kaum ein Verlust zu bemerken. Anfang Februar ist in m, in c, den Laubblattanlagen und Schuppen, ferner in den inneren Rindenschichten — besonders des letzten Internodiums — bereits eine teilweise Regeneration der Stärke eingetreten und bis Mitte

März etwa liegt wieder ein Maximum vor; dabei wird jedoch die ursprüngliche Menge nicht erreicht: die merist. Kuppe bleibt frei, wenig in der unverholzten Markzone unter m, auf dem Holz und in den äußeren Rindenschichten mit Ausnahme des letzten Internodiums; die übrigen Gewebe zeigen annährend den herbstlichen Zustand. Mit dem Austrieb im Laufe des April werden nun zunächst die Vorräte der Markanlage (c) und der Schuppen, ferner die des mittleren Gewebes von m und der äußeren Rindenschichten des letzten Internodiums in Anspruch genommen; weiterhin schwindet dann auch im peripheren Teil von m und in der Rinde des vorletzten Internodiums ein Teil der Speicherung; der Gehalt der Schichten in n — abgesehen von der schmalen Zone — bleibt ca. unversehrt. Im jungen Trieb tritt zuerst in der Stärkescheide der Rinde und im Mark eine Speicherung ein, und Ende Mai haben auch die Schuppen Stärke. Im Juni folgen dann die jungen Laubblattanlagen und die äußeren Rindenschichten, dagegen schwindet der Gehalt des mittleren Marks unter n. In den Knotenregionen und in der Basis des Triebes Anfang Juni noch Stärke, die peripheren Schichten frei; Ende Juni findet sich in der merist. Kuppe nur seitlich etwas Reservematerial, Ende Juli auch in den tieferen Schichten geringe Mengen.

Die im Verlauf der Vegetation angegriffenen Vorräte der Internodien des alten Triebes werden im Laufe des Sommers wieder ersetzt und zwar tritt in den peripheren Markschichten von m und in den inneren Rindenschichten bereits Anfang Juni mehr Stärke auf; unter m jedoch vorläufig noch eine Zone mit weniger. Bis zum Herbst hin wächst dann die Speicherung wieder zum Maximum an; im mittleren Teil von m stirbt indessen der größere Teil der Zellen ab und es bleiben nur einige, mit stark verdickter Membran versehene Zellgruppen lebendig; die unverholzte stärkeärmere Zone unter m ist nicht mehr vorhanden. In den Wintermonaten schwindet darauf der Gehalt der Rinde, um im Frühjahr allmählich regeneriert zu werden; in den Schichten des Marks macht sich währenddem keine wesentliche Änderung bemerkbar.

Auch in bezug auf *Gerbstoff* zeigen die Winterknospe und die Internodien darunter im Herbst ein Maximum: ein kräftiger

Niederschlag in den peripheren Schichten und in m auch im mittleren Teil des Marks, ferner in den Schuppen und in der Rinde — abgesehen von der Epidermis seitlich c —, weniger in den Laubblattanlagen und in c; die merist. Kuppe ist ca frei. Während der Wintermonate ändert sich dieser Zustand nicht, nach dem Austrieb ist jedoch die Konzentration allgemein — besonders im mittleren Gewebe von m — etwas zurückgegangen; dieser Verlust wird im Laufe des Juli bis zum Herbst hin wieder ersetzt; nur im mittleren Teil von m sterben die Zellen z. T. ab und speichern nicht mehr; alle übrigen noch lebenden Elemente sind dann mit stark verdickter Membran versehen. —

Im jungen Trieb zeigt sich bereits Ende April eine Fällung in einigen hypodermalen Schichten und an den Fasern in der Rinde, die Epidermis bleibt im Gehalt zunächst erheblich zurück; im Mark beginnen die peripheren Schichten und vereinzelte Zellen — wahrscheinlich die Anlagen von m! — unmittelbar unter der merist. Kuppe, ferner Zellgruppen in der basalen Knotenregion — anschließend an den alten Trieb — mit der Speicherung. Der V. P. nebst den jungen Schuppenanlagen erscheint anfangs grünlich gelb, jedoch bereits am 1. V. tritt in den Schuppen hypodermal an der Ober- und Unterseite Gerbstoff auf. Weiterhin folgen dann — je nach der Kräftigkeit des Triebes — im Laufe des Mai das mittlere Mark von m und die jungen Laubblattanlagen mit der Speicherung und Ende Juli etwa ist der herbstliche Zustand im wesentlichen gegeben.

VIII. Taxus baccata.

Ende April, Anfang Mai treibt die Winterknospe von Taxus baccata aus und etwa Anfang Juni werden — an schwächeren Trieben — am V. P. die ersten Schuppenanlagen für die neue Knospe sichtbar; der Trieb streckt sich kräftig in die Länge, jedoch bleiben die Internodien vorläufig weich und die Nadeln erscheinen hellgrün. Im Laufe des Juli werden dann an mittelstarken Trieben die Blattanlagen gebildet und im Mark an der Basis der Knospen beginnt in einer Zone die koll. Ausbildung der Membranen. Ende des Monats ist das Wachstum im wesentlichen beendet; am V. P. wird nun mit der Anlage junger Laub-

blätter fortgefahren, die im Herbſt in großer Anzahl die von den Schuppen gebildete Knospenhöhlung füllen; die Achse der fertigen Winterknospe — von der koll. Zone bis zum Protoderm — betrug meiſt ca. 1 mm.

Anatomisches: Das Mark in den Internodien unter der Knospe iſt lebendig, mit schwach verdickten Membranen versehen und faſt alle Zellen ſind vollgepfropft mit Gerbſtoff und im Herbſt und Frühjahr auch mit Stärke. Im Knospenmark (B) nehmen die Zellen nach oben hin allmählich an Größe ab, auch hier hat gut die Hälfte der Zellen — in Reihen geordnet — viel Gerbſtoff und es finden ſich durch das ganze Jahr große Stärkemengen. An der Baſis der Knospen, etwa in der Höhe der Ansatzſtellen der Schuppen, iſt in einer etwa 0,2 mm hohen Zone die reihenförmige Anordnung der Zellen verwischt und die Membranen erscheinen koll. verdickt; hier tritt meiſt weniger Stärke auf. Die Achse schließt oben ab mit dem meriſt. Gewebe des V. P. nebſt den Blattanlagen, die, infolge ihrer großen Anzahl, der Achse z. T. ziemlich weit abwärts anſitzen. Das Gewebe der Schuppen bleibt im ganzen zartwandig, an der Baſis der äußeren ſterben die mittleren Zellen sogar z. T. ab; die Epidermis iſt an der Aussenseite mit einer ſtarken Cuticula versehen und in der Schuppenachsel tritt eine koll. Membranverdickung ein. Die primäre Rinde wird bei Taxus durch die der Achse anliegenden Blattpolſter gebildet; die inneren und äußeren Schichten ſind hier mit mehr oder weniger koll. Membran versehen und führen Chlorophyll; das mittlere Gewebe erscheint farblos; die Zellen ſind hier meiſt abgeſtorben. Dee Epidermis, die, neben einzelnen Zellen der übrigen primären Rinde, viel Gerbſtoff speichert, liegt eine ſtarke Cuticula auf.

Stärke.

3. und 9. X. 1911. B ca. 1 mm.

Sehr viel Stärke (schwarzblau) im Mark des Triebes und der Knospe, im meriſt. Gewebe des V. P. rasch abnehmend; Spuren bis ins Protoderm hinein. Die Blattanlagen zeigen nahe der Baſis hypodermal an der Unterseite geringe Mengen; mehr (kräftig blau) in der Spitze der älteſten, in den jüngſten keine

Speicherung. Sehr viel im mittleren Gewebe der inneren Schuppen etwa bis zu halber Höhe und in der Knospenrinde an ihrer Basis, die äußeren sind frei. Die sek. Triebrinde hat nach der Knospe hin viel, weiter abwärts bedeutend weniger; in der primären Rinde in einzelnen verdickten Gerbstoffzellen und in den lebenden Zellen der inneren Schichten geringe feinkörnige Mengen. Dunkelblau gefärbte Stärke in den Markstrahlen; die Bündelzone der Knospe dagegen ist frei, wenig in der Rinde daneben.

2. XI. 1911. B ca. 1 mm.

Die Färbung erscheint allgemein ein wenig heller blau; im mittleren Gewebe der merist. Kuppe feinkörnige Stärke. Spuren auch in einigen Zellen des Protoderms.

20. XII. 1911. B ca. 1 mm; Alkoholmaterial.

Im Mark unter der Knospe in Zellreihen dunkelblau gefärbte grobkörnige Stärkemengen, weiter abwärts nur in einer peripheren Schicht etwas; auch in der koll. Region — etwa in der Höhe der Ansatzstelle der inneren Schuppen — weniger; gut mittelviel in B (kräftig blau), in der merist. Kuppe rasch abnehmend; Spuren bis ins Protoderm. In den Blattanlagen finden sich nach der Basis hin — in den ältesten ziemlich bis in die Spitze — in der Umgebung des Bündels kleine intensiv gefärbte Stärkemengen, die jüngsten sind ca frei. Schuppen etwa wie am 2. XI. 1911; kräftig blaugefärbte Mengen in der Rinde an der Basis der Schuppen, im axillaren Koll. weniger. Weiter abwärts in den sek. Rindenschichten nur geringe Mengen, in der primären Partie nur innen Stärke. Etwas in den Markstrahlen des Holzes; die Bündelzone der Knospe ist frei, in der Rinde daneben gut mittelviel (kräftig blau).

14. XII. 1910. B ca. 1 mm.

Stimmt im wesentlichen mit dem Präparat vom 20. XII. 1911 überein, die Färbung ist allgemein ein wenig intensiver.

24. und 25. I. 1912. B ca. 1,2 mm.

Im Mark des Triebes in einigen Zellen Stärke, mittel bis viel in B; die koll. Zone zwischen beiden ist frei. Die merist. Kuppe zeigt im mittleren Teil feinkörnige Mengen bis ins Protoderm. Sehr wenig in der Spitze der ältesten Blattanlagen und in der Umgebung ihrer Bündel; in einem anderen Schnitt sind

ſie so gut wie frei, und es findet ſich nur an ihrer Baſis in der Rinde etwas. Die inneren Schuppen erscheinen z. T. im mittleren Gewebe nach der Baſis hin kräftig blau gefärbt, nach der Spitze wenig oder keine Stärke; die äußeren ſind frei. Geringe Mengen in der sek. Rinde unter der Knospe, weiter abwärts keine Speicherung. Die primäre Rinde iſt frei; ebenso die Markſtrahlen des Holzkörpers und die Bündelzone der Knospe, sehr wenig in der Rindenknospe daneben.

18. I. 1912. B ca 1 mm.

In der Umgebung des Bündels der Blattanlagen hier eine etwas deutlichere Speicherung, sonſt wie am 24. und 25. I. 1912.

6. II. 1911. B ca 1 mm.

In den sek. Rindenschichten, auch weiter abwärts einige Zellen mit Stärke; ferner in der primären Rinde — mit Ausnahme der abgeſtorbenen Elemente — etwas (hellblau). Im Übrigen wie am 24. und 25. I. 1912.

2. III. 1911. B ca 1 mm.

Mittel bis viel in B, im meriſt. Gewebe des V. P. rasch abnehmend; Spuren bis ins Protoderm. Die koll. Zone und das Mark unmittelbar darunter ſind etwa frei von Stärke, weiter abwärts dagegen in der Mehrzahl der Zellen mittelviel. Viel im mittleren Gewebe der inneren Schuppen bis oben hin und in den Spitzen der Blattanlagen; nach unten bis in die Rinde wenig in der Umgebung ihres Bündels. Mittelviel in der sek. Rinde und in der primären — mit Ausnahme der abgeſtorbenen Elemente und der Epidermis, die frei ſind; ebenso zeigt die Bündelregion der Knospe keine Speicherung, mittelviel etwa in der Rinde daneben.

11. III. 1912. B ca 1 mm.

Verteilung der Stärke wie am 2. III. 1911; die Färbung iſt jedoch im Trieb- und Knospenmark, in der primären und sek. Rinde, vor allem aber in den Spitzen der Blattanlagen intenſiver (dunkel-schwarzblau).

20. III. 1911. B knapp 1 mm.

Das Präparat zeigt dasselbe Verhalten der Speicherung wie das vom 11. III. 1912 bis auf eine Besonderheit im V. P.: eine Gruppe von etwa 4 Zellen, in der zweiten und dritten Schicht

von oben, führt feinkörnige Stärke, der übrige Teil des meriſt. Gewebes iſt frei.

1. IV. 1912. Knospenachse 1,2 mm.

Die koll. Markzone iſt frei, darunter wenig, weiter abwärts viel Stärke. Die Blattanlagen erscheinen von der Spitze bis etwa zur Hälfte abwärts schwarzblau gefärbt, sonſt wie am 11. III. 1912.

28. IV. 1911. B 2,7 bis 3 mm; die Blätter ragen etwa 2 bis 3 mm aus der Knospe hervor; Alkoholmaterial.

Die koll. Markkuppe iſt frei, darunter wenig, weiter abwärts in der Mehrzahl der Zellen sehr viel (schwarz). Sehr viel in B, gegen den V. P. hin abnehmend; die meriſt. Kuppe iſt frei. Viel in den älteren Blattanlagen bis oben hinauf; in den jüngeren nur in mehreren Schichten am Bündel viel, besonders an der Unterseite nahe der Baſis; etwas auch in der Spitze der allerjüngſten Blattbildungen. Schwarzblau gefärbte grobkörnige Mengen z. T. in den inneren Schuppen, die äußeren ſind frei bis auf die chlorophyllhaltigen Schichten, besonders nach der Baſis hin, die kräftig blau erscheinen. Sehr viel (schwarz) in der sek. Rinde an der Baſis der Schuppen und im Trieb, ferner auch in der prim. Partie mit Ausnahme der abgeſtorbenen Zellen; weniger in der Epidermis; das Markſtrahlgewebe des Holzkörpers hat sehr viel, die Bündelregion der Knospe frei; schwarzblau gefärbte Stärke in der Rinde daneben.

5. VI. 1912. Neue Winterknospe; Internodien weich, Nadeln hellgrün.

Im Mark — je nach der Kräftigkeit des Triebes — wenig bis ziemlich viel, Stärke bis unter den V. P.; dieser iſt frei. Etwa mittelviel in feinen Körnchen im Gewebe der älteren Schuppen, in den jüngeren wenig oder keine Speicherung; die sek. Rinde hat nur hier und da wenig, viel in etwa drei inneren Schichten der prim. Rinde; in einigen Schnitten auch feinkörnige Mengen in den äußeren chlorophyllhaltigen Schichten, ausgenommen die Epidermis. Die Bündelregion iſt frei.

29. VI. 1911. Internodien weich, Blätter noch nicht ausgewachsen.

Viel Stärke (dunkelblau) im Mark der Internodien unter dem V. P., weiter abwärts nur kleine, feinkörnige Mengen. In

der meriſt. Kuppe finden ſich im mittleren Gewebe hypodermal etwa 6 zu einer Gruppe vereinigte Zellen mit Stärke; alles übrige iſt frei. Etwas (feinkörnig) in den chlorophyllhaltigen Elementen der äußeren Schuppen; mehr in den inneren, auch im mittleren Teil nach der Spitze hin und vor allem in der Epidermis der Unterseite; eine ganz junge Blattbildung zeigt etwas hypodermal besonders an der Unterseite. Kleinere Mengen in der sek. Rinde; sehr viel in den angrenzenden Schichten der prim. Rinde, etwas (feinkörnig) auch in der äußeren Partie; die abgeſtorbenen Zellen und die Epidermis ſind frei, viel dagegen in den Schließzellen. Im Holzparenchym keine Stärke.

Ein ſtarker Trieb vom 23. VI. 1911 (Alkoholmaterial) — am V. P. werden die erſten Schuppen für die neue Winterknospe angelegt — zeigt wenig im Mark, nach dem V. P. hin etwas mehr; dagegen sehr viel (schwarz) im Gewebe der primären Rinde mit Ausnahme der farblosen Zellen, die hier noch leben und z. T. sehr wenig Stärke führen; weniger in der Epidermis. Durch erhöhte Speicherung vor dem übrigen Gewebe ausgezeichnete Zellen treten hier in der meriſt. Kuppe nicht auf.

26. VII. 1911. Trieb etwa ausgewachsen; B ca. 0,5 mm. Sehr viel im Mark des Triebes, nach der Knospe hin abnehmend; die koll. Zone führt wenig, darüber in B mittel bis viel (kräftig blau). In der meriſt. Kuppe finden ſich Spuren, im mittleren Teil jedoch in einer Gruppe von etwa vier Zellen — in der dritten und fünften Schicht von oben gelegen — eine erheblich größere Speicherung (dunkelblaue Körnchen). Die äußeren Schuppen ſind frei oder haben weniger in der Baſis; in den inneren in einigen hypodermalen Schichten blauschwarz gefärbte Stärke bis oben hin, im mittleren Gewebe weniger. Die jungen Blattanlagen zeigen Spuren im mittleren Teil, etwas mehr in der Epidermis der Spitze der älteren. In der Rinde haben ſich die Verhältnisse seit dem 29. VI. 1911 kaum geändert, in dem Markſtrang des Holzkörpers jetzt etwa viel (kräftig blau); die Bündelzone der Knospe iſt frei.

In einem Präparat vom 15. VII. 1912 findet ſich im mittleren Teil der meriſt. Kuppe ebenfalls eine Gruppe von etwa drei Zellen — in der zweiten und dritten Schicht von oben — mit

dunkelblau gefärbten Stärkekörnchen, während alle anderen Elemente höchſtens Spuren zeigen.

30. VIII. 1912. Im mittleren Teil der meriſt. Kuppe hypodermal etwa 3 Zellen mit feinkörniger Stärke; die übrigen Elemente ſind ca frei. Sonſt im ganzen wieder der herbſtliche Zuſtand.

Die Untersuchung der *alten Knospenspur* ergab Folgendes:

5. VI. 1912. Im Mark des alten Triebes peripher kräftig blau gefärbte Stärke; etwas im mittleren Teil, wenig in der koll. Zone und weiter hinauf im jungen Trieb. Viel in der sek. Rinde des alten Triebes, sehr viel in der prim. mit Ausnahme der abgeſtorbenen Zellen, weniger in der Epidermis; etwas auch in den Markſtrahlen des alten Holzkörpers. Auch im jungen Trieb zeigt die sek. Rinde und die angrenzenden Schichten der prim. viel Stärke; in den Partien unter der Epidermis meiſt keine oder doch nur wenig Speicherung; die Bündelregion iſt frei. An der Spur ſind die alten Schuppen noch vorhanden, ſie zeigen in der Epidermis und in einer Schicht darunter eine intenſive Blaufärbung.

30. VIII. 1912. Alkoholmaterial. Im alten Trieb findet ſich wenig peripher im Mark, in der koll. Zone auch in einigen Zellen des mittleren Teiles; der Holzkörper iſt frei, sehr viel dagegen in der sek. Rinde und in den chlorophyllhaltigen Schichten der prim. Rinde Im jungen Trieb peripher im Mark wenig, der Holzkörper iſt frei und die sek. Rinde, sowie die inneren Schichten der prim. führen dunkelblau gefärbte Stärke im mittlerer Menge; die äußeren Schichten speichern sehr wenig oder gar nicht.

20. XII. 1911. Der Stärkevorrat iſt bis auf geringe Mengen (kräftig blau) in der Rinde in den Markſtrahlen und im peripheren Mark der Spur geschwunden.

25. I. 1912. An den entsprechenden Stellen sehr viel weniger als am 20. XII. 1911.

1. IV. 1912. In Mark und prim. wie sek. Rinde des alten und neuen Triebes viel Stärke, weniger in der koll. Zone des Marks und in der Epidermis; der Holzkörper iſt ziemlich frei.

23. IV. 1912. Ausgenommen die koll. Zone in allen Ge-

weben — auch in den Markſtrahlen des Holzes im alten und neuen Trieb — sehr viel Stärke.

Gerbstoff.

7. XI. 1910, 3. XI. 1911. B ca 1 mm.

In den Internodien unter der Knospe iſt das Mark in faſt allen Zellen angefüllt mit braungelbem bis dunkelbraunem Niederschlag, weiter abwärts nur in den lebenden Zellreihen Gerbſtoff; ebenfalls in der koll. Zone in der Mehrzahl der Zellen, ferner in der Mehrzahl der Zellreihen von B und in der Rinde daneben viel; die meriſt. Kuppe iſt frei. In den Blattanlagen tritt im mittleren Gewebe nach der Spitze hin und weiter abwärts in der Umgebung des Bündels, besonders aber in der Epidermis eine braungelbe Fällung auf; die Schuppen zeigen viel (dunkelbraun) in der Epidermis; der mittlere Teil iſt frei — ev. bis auf einige Zellen nach der Spitze zu oder am Bündel nahe der Baſis; viel in der Rinde darunter. Viel auch im Parenchym der sek. Rinde des Triebes, ferner in den inneren Schichten, in der Epidermis und in einzelnen verdickten Zellen inmitten des chlorophyllaltigen Gewebes der prim. Rinde; die abgeſtorbenen Zellen ſind frei. Ebenso führen die Markſtrahlen des Holzkörpers und die Bündelregion der Knospe keinen Gerbſtoff.

26. IV. 1911. B ca 2,7 mm; die jungen Blätter ragen etwa 2 mm über die alten Schuppen hinaus.

Im Mark nebſt koll. Zone, in der Rinde und in den Schuppen des alten Triebes hat ſich der Gerbſtoffgehalt seit dem Herbſt nicht geändert; in den Geweben der Knospe iſt die Konzentration gleichmäßig etwas zurückgegangen, der Niederschlag erscheint schmutzig braungelb oder heller.

1. VI. 1911. Junge Winterknospe; Internodien weich, Nadeln hellgrün.

Die Verteilung des Gerbſtoffs in Mark und Rinde iſt bereits im wesentlichen dieselbe wie im Herbſt, die Konzentration iſt schwächer; der Niederschlag erscheint z. T. als grössere oder kleinere braunrötliche Tropfen z. T. als schmutzig braungrünliche Masse. In den jungen Schuppen erscheint die Epidermis schon dunkelbraun; im mittleren Gewebe, ferner im V. P. dagegen eine gelbgrünliche Fällung.

26. VII. 1911. B ca. 9,5 mm. Nadeln etwa ausgewachsen.

Abgesehen von der Konzentration — besonders in den einzelnen Zellen der prim. Rinde — ist im ganzen der herbstliche Zustand wieder erreicht. — In der alten Knospenspur an der Basis des letzten Triebes hat sich der Gerbstoffgehalt nicht merklich geändert.

Zusammenfassung.

Die Gewebe der Winterknospe und des Triebes darunter zeigen im Herbst ein Stärke-Maximum: sehr viel im Knospen- und Triebmark, in den Markstrahlen des Holzes, im Parenchym der sek. und in den inneren (lebenden) Schichten der prim. Rinde, ferner in den inneren Schuppen und den Spitzen der Blattanlagen, weniger in der Knospenrinde und in der merist. Kuppe; die äußeren Schichten der prim. Rinde zeigen meist nur wenig in den vereinzelten Gerbstoffzellen, die farblosen abgestorbenen Elemente bleiben frei; ebenso die äußeren Schuppen und die Bündelregion der Knospe. Anfang November erscheint die Blaufärbung allgemein ein wenig heller und bis Mitte Dezember etwa ist im Mark des Triebes — nicht so sehr in den Internodien direkt unter der Knospe als weiter abwärts — und der Knospe, in den Blattanlagen und besonders in der sek. Rinde ein deutlicher Rückgang zu bemerken; in der prim. Rinde ist die Stärke bereits geschwunden. Im Laufe des Januar wird dann das winterliche Minimum erreicht; bei weitem am meisten hat die Speicherung in den Geweben des alten Triebes abgenommen: es findet sich wenig im Mark und in der sek. Rinde; die koll. Zone, die Markstrahlen des Holzkörpers und die prim. Rinde sind frei; dagegen zeigt das Knospenmark noch eine intensive Blaufärbung und auch die Blattanlagen und inneren Schuppen haben nicht viel verloren; im Gehalt der merist. Kuppe ist seit dem Herbst keine Abnahme eingetreten. Darauf erfolgt im Laufe des Februar und März eine Regeneration, zunächst in den inneren Schuppen und in den Spitzen der Blattanlagen, dann auch im Mark des Triebes — von den unteren Internodien gegen die Knospe hin fortschreitend — , in seiner Rinde mit Einschluß auch der äußeren Schichten des prim. Teils und in den übrigen

im Herbst stärkehaltigen Geweben. So wächst die Speicherung bis zum Austrieb im letzten Drittel des April und Anfang Mai wieder zu einem Maximum an, das dem des Herbstes einerseits nachsteht, — die koll. Zone und das Mark unmittelbar darunter sind ca. ohne Stärke — es in bezug auf die Blattanlagen und die äußeren lebenden Schichten der prim. Rinde jedoch bedeutend übertrifft. Die Vorräte der Knospe werden dann beim Austrieb und weiterhin verbraucht; aber schon Anfang Juni findet sich im jungen Trieb in den inneren Schichten der prim. Rinde viel Stärke und kleinere Mengen auch im Mark in der sek. Rinde und in den an schwächeren Trieben eben erscheinenden Schuppenanlagen der neuen Winterknospe. Mit der erhöhten Assimilation in den Sommermonaten steigt dann die Stärkemenge zunächst gleichmäßig in dem genannten Gewebe an und im Laufe des Juli bekommen auch die jungen Laubblattanlagen und die Markstrahlen des Holzes eine Speicherung; im Mark des Triebes ist jedoch die Partie unter der Knospe und die koll. Zone gegen die übrigen Internodien noch zurückgeblieben. Ende August ist der herbstliche Zustand etwa wieder erreicht. — Eine Besonderheit in der Stärkeablagerung zeigt zu verschiedenen Zeiten der V. P.: es finden sich im mittleren Teil — meist etwa in der zweiten bis fünften Schicht von oben, in einem Präparat vom 25. I. 1912 abwärts bis ins Knospenmark, — kleine Gruppen von Zellen, die intensiv blau gefärbte feinkörnige Stärke führen, während das gesamte übrige Gewebe der merist. Kuppe so gut wie frei ist; die Erscheinung tritt jedoch nicht in jeder Knospe auf. Eine sichere Erklärung dieser auffallenden Tatsache läßt sich bei der Art vorliegender Untersuchung nicht geben. —

Von den Geweben des alten Triebes dem die Knospe aufsitzt, wird beim Austrieb nur der Inhalt des Marks stark in Anspruch genommen und auch im Laufe des Sommers nicht wieder ersetzt, die prim. und sek. Rinde behält ihre Speicherung bis in den Herbst; im Dezember ist der gesamte Vorrat bis auf geringe Mengen im Mark und in der Rinde der Spur geschwunden. Darauf erfolgt im Frühjahr eine Regeneration und Mitte April sind alle Gewebe des alten Triebes — einschließlich der noch ansitzenden Schuppen der alten Knospe — wieder vollgepfropft mit Stärke.

Auch in bezug auf *Gerbstoff* zeigt die Winterknospe im Herbſt ein Maximum: sehr viel im Mark des Triebes und der Knospe, ferner in der sek. Rinde, in den inneren und in einzelnen lebenden Zellen der äußeren Schichten der prim. Rinde und in ihrer Epidermis; die Schuppen und die Blattanlagen führen viel in der Epidermis — besonders nach der Spitze hin — und in einigen Zellen in der Umgebung des Bündels; ein kräftiger Niederschlag auch in der Knospenrinde; die Bündelregion daneben, ferner die meriſt. Kuppe speichern nicht, ebenso die Markſtrahlen des Holzkörpers im Trieb. Dieser Zuſtand bleibt durch den Winter erhalten, und auch nach dem Austrieb und im folgenden Herbſt iſt im Gerbſtoffgehalt der Gewebe des alten Triebes keine Änderung bemerkbar. Im jungen Trieb nimmt die Konzentration zunächſt deutlich ab, dagegen iſt die Verteilung in Mark und Rinde bereits Anfang Juni im wesentlichen dieselbe wie im Herbſt. Die jungen Schuppen und weiterhin die Laubblattanlagen zeigen schon bald nach ihrem Erscheinen einen Gerbſtoffgehalt in der Epidermis, die Konzentration nimmt dann allmählich im Laufe des Sommers zu, jedoch iſt Ende Juli der herbſtliche Zuſtand — besonders in den lebenden Zellen der äußeren Schichten der prim. Rinde — noch nicht erreicht.

Schlußübersicht.

Versuchen wir zunächst uns über die *morphologische und anatomische Entwicklung* der untersuchten Knospen einen kurzen Überblick zu verschaffen, so ist Folgendes festzustellen: Der Austrieb der Winterknospe erfolgt für die Mehrzahl der Objekte in der zweiten Hälfte des April, bei Prunus und Syringa bereits im März und etwa parallel damit — oder später, je nach der Kräftigkeit des Triebes — treten am V. P. die ersten Schuppen für die neue Knospe auf; bei Taxus, Populus und Fraxinus sind sie jedoch — in Übereinstimmung mit dem etwas späteren Austrieb — erst im Mai deutlich unterscheidbar; speziell für Syringa ist ferner darauf hinzuweisen, daß die zuerst angelegte Terminalknospe im Verlauf der Entwicklung wieder abstirbt und an ihre Stelle die nächst tieferen Seitenknospen treten. Die Anlage von Schuppen ist etwa Ende Juni als beendet anzusehen; bis dahin haben auch die unteren Internodien des jungen Triebes allmählich begonnen hart zu werden, und die Gliederung des Knospenmarks in die einzelnen Zonen ist im groben gegeben. Weiterhin entsteht im Juli durch vermehrtes Längenwachstum die junge Markanlage (c), die Differenzierung der Gewebe schreitet vor, und am V. P. erscheinen die Laubblattanlagen. Im Herbst liegt dann die definitive Winterknospe vor; sie ist ausgerüstet mit einer charakteristischen, bei den einzelnen Objekten sehr verschiedenen Anzahl von Schuppen und Laubblattanlagen, worüber Einzelheiten im „speziellen Teil" zu finden sind. —

Wenden wir uns nun der *anatomischen Ausgestaltung* der Knospe und des Internodiums darunter zu, so finden sich auch hier beträchtliche Unterschiede; es lassen sich jedoch einige Analogien in der Zonung erkennen, auf die in den beigegebenen Figuren durch die Art der Benennung mit entsprechenden Buchstaben hingewiesen ist. Einen mittleren Typ repräsentiert etwa Fraxinus: das Mark des Triebes bildet hier eine mächtige Markkuppe, darüber folgt das Knospenmark (B), dessen oberste Par-

tie sich bereits ungefähr als Markanlage (c) abtrennen läßt, wenn auch die scharfe Grenze nach unten hin noch fehlt; den Abschluß der Achse bildet das meristematische Gewebe des V. P. mit den jungen Laubblattanlagen und den Schuppen zum Schutz des Ganzen.

Dieses Schema kann nun in bezug auf die Zonung nach mehreren Seiten hin modifiziert sein; einmal läßt sich im Knospenmark — vom Ansatz der untersten Schuppen bis zum V. P. — keine weitere gewebliche Differenzierung nachweisen und es ist also keine untere Grenze für das junge Mark (c) zu ziehen (Syringa, Populus), im anderen Falle ist eine scharfe Gliederung in Markzwischenstück (A) und Markanlage (c) durchgeführt; so bei Acer, Sorbus und Prunus; hier lassen sich zudem innerhalb von A noch die Partien O, a und b (Acer) resp. α und β (Sorbus, Prunus) unterscheiden. Das Mark des Internodiums unter der Knospe ist bei allen Objekten in mehreren peripheren Schichten auf den Bündeln lebendig, bei Populus auch median insgesamt; zwischen Trieb und Knospenmark ist hier ein kontinuierlicher Übergang vorhanden. Dagegen stirbt bei den übrigen Objekten das Mark median entweder vollständig ab (Fraxinus, Syringa), oder es bleibt in einzelnen Zellen und Zellreihen lebendig (Acer, Sorbus, Prunus).

In einem gewissen Gegensatz zu dem Vorhergehenden steht Cornus und zwar insofern als bei ihm die Stauchung der Internodien in der Spur wegfällt; das Mark (m) des letzten Internodiums bleibt bis hinauf unter das junge Mark (c) lebendig, erst weiter abwärts (n) stirbt es median ab. Wie bei Prunus, Populus und Taxus unterblebit auch hier die Bildung einer Markkuppe (M. K.).

In bezug auf Taxus sei schließlich noch auf die Besonderheit der koll. Zone an der Grenze von Trieb- und Knospenmark hingewiesen.

Die Zonung ist wesentlich bedingt durch die verschiedene Membranausbildung und Größe der Zellen: das Markzwischenstück (A) resp. resp. die Partie B erscheinen in ihren Elementen im großen ganzen entweder unverdickt (Populus, Syringa, Sorbus; als „Oxalatnest" bei Acer) oder partiell koll. ausgebildet (Partie a und b bei Acer, unterer Teil bei Fraxinus und Prunus, koll. Zone bei

Taxus); im jungen Mark (c) bleiben die Membranen zart. Dagegen zeigen die lebenden Zellen des alten Triebmarks mit Einschluß der Markkuppe (M. K.) eine kräftige Verdickung und ferner auch Verholzung, die jedoch bei Prunus und Cornus nicht ganz bis unter die Knospe geht; vielmehr bleibt hier eine schmale Zone unverholzt, was auch im physiologischen Verhalten deutlich hervortritt; im übrigen ist das Mark abgestorben.

Im Mark der alten Knospenspur an der Basis des letzten Triebes tritt eine deutliche Verdickung der Membranen ein; eine Ausnahme macht nur Cornus, wo der mittlere Teil bis auf einige Zellgruppen abstirbt; die peripheren Schichten bleiben indes auch hier lebendig.

Stärke.

Bezüglich des Verhaltens der Stärke in der Knospe und dem Internodium darunter bestätigen vorliegende Untersuchungen im wesentlichen das von Fischer aufgestellte Schema: Maximum im Herbst — Minimum im Winter — Maximum in Frühjahr — Schwinden der Stärke mit dem Austrieb und der weiteren Entwicklung des jungen Sproßes; das Verhalten zeigt im einzelnen naturgemäß mannigfache Modifikationen.

Im Herbst sind die lebenden Gewebe des Triebes — ausgenommen bei Taxus die prim. Rinde — ferner in der Knospe Mark und Rinde samt den aufsitzenden Schuppen gleichsam mit Stärke überschwemmt; sehr wenig zeigt meist die Bündelregion der Knospe, und in den Laubblattanlagen beschränkt sich die Speicherung allgemein auf den Stielwulst und die Umgebung der „Nerven"; nur bei Prunus, Fraxinus und Populus tritt sie auch in der Spreite deutlich hervor.

Was den V. P. anbetrifft, so enthalten die tieferen Schichten fast immer Stärke und bei Syringa, Fraxinus und Taxus finden sich — vorwiegend seitlich — geringe Mengen bis hinein ins Protoderm; dieses bleibt frei bei Acer, Sorbus, Prunus und Cornus, während in geradem Gegensatz dazu Populus nur im Protoderm und hypodermal größere Mengen speichert und in den übrigen Schichten so gut wie frei bleibt; bei Taxus erscheinen — in einigen Präparaten — einzelne Zellen und Zell-

gruppen im Protoderm und auch in den tieferen Schichten in der Stärkespeicherung bevorzugt.

Sorbus zeichnet sich insofern vor den übrigen Objekten aus, als bei ihm in einer Zone unter dem V. P. neben der blau sich anfärbenden auch eine rote Modifikation der Stärke auftritt.

Obiger Zustand bleibt etwa bis Anfang November erhalten, er stellt — abgesehen von Taxus — das absolute Speicherungs-Maximum dar.

Im Laufe des November macht sich dann allgemein ein Rückgang geltend und zwar zuerst meist in der Triebrinde, in A resp. B und den äußeren Schuppen, ferner bei Fraxinus, Acer, Prunus und Cornus auch in c und z. T. in der Knospenrinde und den Laubblattanlagen; bei Faxinus und Syringa außerdem noch in den obersten Zellen von M. K.

Im Verlauf des Dezember geht nun der Gehalt kontinuierlich weiter zurück bis zum winterlichen Minimum, für das sich natürlich ein genauer Zeitpunkt nur ungefähr angeben läßt; es wird im allgemeinen im Laufe des Januar erreicht, bei Acer Anfang Februar — in Übereinstimmung mit Bertholds Befunden für Acer Pseudoplatanus — dagegen bei Prunus bereits in der ersten Hälfte des Dezember.

Auch der Grad der Reduktion in den einzelnen Geweben ist nach den Objekten sehr verschieden; allgemein ist der grössere Teil der ursprünglich in der Knospe abgelagerten Stärkemenge geschwunden, hier und da sogar der gesamte Vorrat. So wird bei Acer das Oxalatnest ganz frei, ebenso bei Syringa der untere Teil von B; bei Sorbus, Fraxinns und Populus ist der Gehalt hier stark reduziert, weniger bei Prunus und Taxus. In der Markanlage (c) ist die Änderung nur gering, besonders bei Cornus und Taxus; bei Sorbus schwindet die rote Modifikation, dagegen erscheint das junge Mark von Prunus ganz stärkefrei.

In den Schuppen und Laubblattanlagen kommt es bei keinem Objekt zum vollständigen Schwinden der Speicherung; sehr stark nehmen die äußeren Schuppen ab, die inneren sowie die Laubblattanlagen erheblich weniger.

Der V. P. bleibt bei Taxus ca unverändert, bei Acer, Syringa, Prunus und Cornus sind die obersten Schichten frei; bei

Sorbus und Fraxinus und besonders auch in Protoderm und der hypodermalen Schicht von Populus geht der Gehalt ſtark zurück.

Auch in der Rinde zeigt ſich allgemein eine deutliche Abnahme z. T. schwindet die Stärke hier ganz (Acer); bei Syringa bleiben unter den späteren Abtrennungszonen der Schuppen kräftige Mengen erhalten. Ganz unverändert bleibt demnach der Stärkegehalt in keinem Gewebe der untersuchten Knospen; anderseits läßt ſich eine durchgehende, alle Objekte umfassende Geſetzmäßigkeit im Verhalten einander entsprechender Partien nicht erkennen.

Im Mark des Internodiums tritt bei Acer, Sorbus, Syringa und Fraxinus im Winter peripher und im mittleren Teil keine Änderung ein; dagegen findet ſich hier bei Populus und Taxus, ferner bei Prunus und Cornus — besonders in der unverholzten Zone unter der Knospe — bedeutend weniger Stärke als im Herbſt. Die Markkuppe büßt nur bei Syringa und Fraxinus in ihrer oberen Partie die Speicherung bis auf wenig ein, ferner verlieren bei Sorbus ihre oberſten Zellen etwas. Dagegen tritt bei allen Objekten in der Rinde und im Holzkörper des Internodiums ein mehr oder minder ſtarker Rückgang ein, ev. bis zum vollſtändigen Schwinden (Acer); Syringa zeigt unter den Abtrennungszonen der alten Blattſtiele noch kräftig blau ſich anfärbende Mengen.

Dem (relativen) Minimum des Winters folgt im Januar und Februar — bei Prunus schon in der zweiten Dezemberhälfte — eine allmähliche Regeneration der Stärke; so erhalten wir im März — bei Prunus eher — wieder ein Maximum, das dem des Herbſtes sehr nahe kommen kann (Fraxinus), es bei Taxus — hier speichert jetzt auch die primäre Rinde — sogar übertrifft; bei den übrigen Objekten bleibt jedoch in einzelnen Geweben die regenerierte Menge gegen den Gehalt des Herbſtes erheblich zurück: so im Oxalatneſt von Acer, bei Sorbus und Syringa in der Markkuppe und dem Bündel daneben, in der Knospenrinde von Prunus und in der unverholzten Markzone von Cornus und Prunus; der V. P. von Cornus bleibt ca frei und auch die primäre Rinde, mit Ausnahme des letzten Internodiums, zeigt sehr wenig; Populus enthält im ganzen weniger als im Herbſt. Taxus

besonders in der koll. Zone; die Markanlage (c) sowie die Laubblattanlagen büßen dagegen allgemein nur sehr wenig ein.

Damit ist nun die Knospe für den Austrieb vorbereitet; im Verlauf desselben werden naturgemäß zunächst die Vorräte der Knospe selbst aufgebraucht, bei Sorbus, Fraxinus und Syringa jedoch auch diejenigen der Markkuppe und danach der Rinde gleich mit in Anspruch genommen; bei Acer, Prunus und Populus schwindet die Stärke des alten Triebmarks bis auf wenig erst mit der weiteren Entwicklung des jungen Sprosses. Bei Cornus wird zuerst die Speicherung des mittleren, dann auch des peripheren Marks von m und die der Rinde des letzten Internodiums angegriffen; diejenige der peripheren Schichten in n bleibt unversehrt, während die Rinde seitlich davon ihren Gehalt ebenfalls abgibt. Bei Taxus zeigt sich nur im Mark eine Abnahme, primäre und sekundäre Rinde behalten ihre Stärke.

Verfolgen wir nun zunächst kurz das Verhalten der alten Knospenspur und des Internodiums darunter, so ergibt sich, daß der mit dem Erwachen und Fortschreiten der Vegetation erlittene Stärkeverlust in den Sommermonaten rasch ersetzt wird derart, daß im Herbst wieder ein Maximum vorliegt; nur bei Taxus zeigt das Mark zu dieser Zeit noch keine Ablagerung; bei Cornus ist die mittlere Partie von m jetzt abgestorben.

Darauf erfolgt im Winter ein Rückgang bis hin zum Minimum und zwar schwindet zuerst der Gehalt der Rinde bis auf geringe Reste, (Acer, Sorbus, Syringa, Fraxinus, Prunus, Populus, Cornus und Taxus), dann derjenige von Mark und Holz, jedoch in geringerem Masse; bei Cornus ist in den peripheren Markschichten, bei Fraxinus im alten Markzwischenstück keine Änderung bemerkbar. Die im Februar und März einsetzende Regeneration führt abermals zu einem Maximum, das dem des Herbstes im ganzen gleichkommen dürfte; Taxus zeigt jetzt auch im Mark der Spur eine kräftige Speicherung; bei Prunus und Cornus ist die Verholzung des Marks bis unter die Spur fortgeschritten, so daß hier keine stärkearme Zone mehr auftritt.

Weiterhin wurde das Verhalten der Spur nicht mehr untersucht.

Am jungen Sproß setzt mit der Entfaltung der Blätter bald eine Überproduktion und damit eine Speicherung von Stärke

ein. Sie macht sich zuerst in der Stärkescheide der Rinde bemerkbar, bald darauf auch hoch oben im Mark unter dem V. P. der jungen Knospe und bei Acer, Fraxinus, Syringa, Populus und Taxus auch in deren Schuppen; dagegen erhalten diese bei den übrigen Objekten zunächst noch keine Stärke. Mit der energischen Assimilation im Juni reichert sich nun die Reservemenge rasch an und parallel der Ausbildung der Gewebe füllen sich weiter Mark und Bündelregion — in der charakteristischen Verteilung — und etwa gleichzeitig auch bei der Mehrzahl der Objekte das Knospenmark und das Gewebe des V. P.; bei Acer und Populus erscheint im Markzwischenstück jedoch erst im Laufe des Juli —zur Zeit des Speicherns der Laubblattanlagen — eine Ablagerung. Ende Juli findet sich in den inneren Schuppen von Acer und Prunus noch sehr wenig und ebenso Ende August bei Fraxinus in einer Zone an der oberen Peripherie von M. K. und darüber im Markzwischenstück; im allgemeinen ist jedoch in der ersten Septemberhälfte das herbstliche Maximum nahezu erreicht.

Gerbstoff.

Auch die Gerbstoff-Speicherung in Knospe und Trieb zeigt im Herbst ein Maximum. In der Rinde des Internodiums unter der Knospe und in den lebenden Elementen seines Marks, einschließlich der Markkuppe, findet sich ein konzentrierter Gerbstoff-Gehalt (Fällung dunkel — rotbraun); bei Syringa ist die Konzentration hier im ganzen geringer, während bei Populus sich einerseits in Zellreihen eine rotbraune und anderseits im übrigen Mark eine bedeutend hellere, gelbbraune, Fällung zeigt. Viel speichert auch das Markzwischenstück und zwar sind die Gerbstoffzellen in seinem unteren Teil ev. noch in Reihen angeordnet, die weiter hinauf — mit der geringeren Streckung der Internodien — sich dann zu Gruppen in unregelmäßiger Anordnung auflösen. Dagegen hat die Markanlage (c) bei den Objekten, bei denen eine deutliche Gliederung des Knospenmarks in A und c gegeben ist, entweder in einzelnen Zellen ihres unteren Teils (Acer) oder nur peripher auf den Bündeln geringe Gerbstoffmengen (Sorbus, Prunus, Cornus); auch der V. P. ist hier frei. Bei den übrigen Objekten findet sich bis in die merist.

Kuppe hinein eine Fällung, bei Fraxinus sogar deutlich bis ins Protoderm. In den Laubblattanlagen beschränkt sich der Niederschlag allgemein auf den Stielwulst und die Umgebung der Bündel, nur bei Prunus und Populus zeigt sich in der Spreite — ausgenommen Blattrand — Gerbstoff. Sehr viel speichern ferner die Schuppen sowie die Rinde an ihrer Basis.

Dieser Zustand bleibt durch den Winter erhalten und auch nach dem Austrieb ist für die Mehrzahl der Objekte in den Geweben der Spur und des Internodiums darunter keine deutliche Änderung festzustellen; bei Syringa, Populus und Taxus erscheint in den obersten Internodien — soweit sie beim Austrieb eine Streckung erfahren — der Gehalt gewissermaßen verdünnt; bei Acer werden die einzelnen Gerbstoffzellen der Markanlage — ebenfalls unter Verdünnung ihres Inhalts — zu Zellreihen des jungen Triebmarks. In der alten Knospenspur hat bei Syringa die Fällung eine deutliche Zunahme erfahren, weniger auffallend bei den übrigen Objekten!

Im jungen Trieb tritt bei Acer, Prunus, Populus etwa gleichzeitig in der Rinde und im peripheren Mark hoch oben unter dem V. P. Gerbstoff auf, bei Acer auch sehr früh in den Schuppen. Dagegen geht bei Syringa und Cornus die Rinde und bei Sorbus das Mark unter dem V. P. in der Speicherung voran; die Ablagerung schreitet dann nach unten hin fort. Weiterhin zeigen allgemein auch die jungen Schuppen bereits einen Niederschlag; die Laubblattanlagen sind nur in den ganz jungen Stadien frei. Demnach beginnt der junge Trieb schon sehr zeitig Gerbstoff zu produzieren und abzulagern; Ende Juni etwa ist — abgesehen von c und den Laubblattanlagen — die definitive Verteilung im wesentlichen gegeben, dagegen nimmt die Konzentration bis zum Herbst weiter zu.

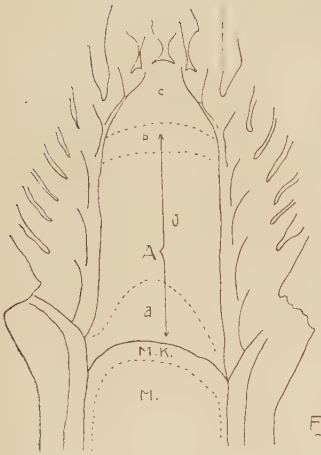

Fig I

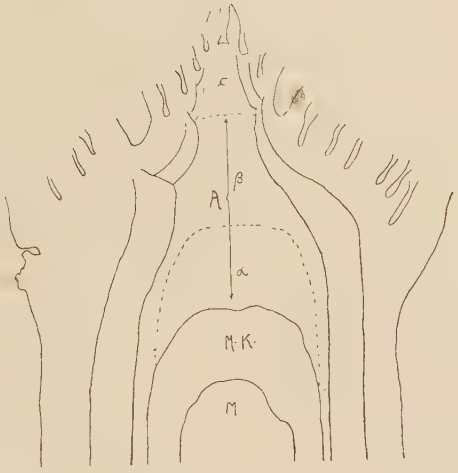

Fig II.

Fig III

Fig. IV.

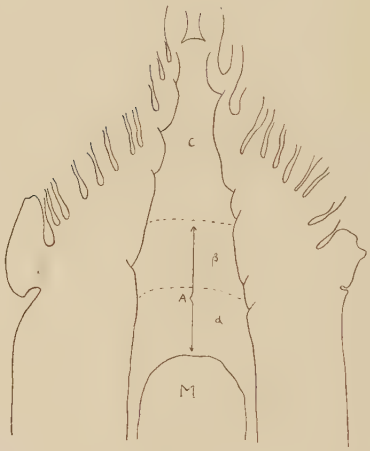

Fig. V.

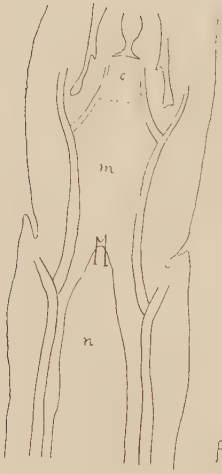

Fig. VI.

Lebenslauf.

Am 8. Februar 1888 wurde ich in Vegesack geboren. Ich besuchte zunächſt die Volksschule, darauf das Realgymnasium meiner Vaterstadt und erhielt hier das Zeugnis der Reife. Von Michaelis 1907 an studierte ich in der Hauptsache Naturwissenschaften und zwar zunächſt drei Semeſter in Göttingen, dann je ein Semeſter in Straßburg, Leipzig, München und zuletzt wieder in Göttingen.

Allen meinen akademischen Lehrern bin ich zu Dank verpflichtet, insbesondere aber möchte ich auch an dieser Stelle Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Berthold für die Anregung zu vorliegender Arbeit danken und für seine mannigfache, liebenswürdige Unterstützung.

A. Larkum.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	5
Einzeluntersuchungen	9
Acer italum	9
Sorbus torminalis	18
Fraxinus americana	29
Syringa vulgaris	40
Prunus Padus	52
Populus monilifera	61
Cornus Mas	72
Taxus baccata	82
Schlussübersicht	93